



TESIS - MN142532

**ANALISIS TEKNIS DAN EKONOMIS  
PEMBANGUNAN JEMBATAN BAJA PADA  
INDUSTRI GALANGAN KAPAL DALAM RANGKA  
DIVERSIFIKASI USAHA  
(Studi Kasus: PT.PAL Indonesia)**

RONY PURWONO  
4115203202

Dosen Pembimbing  
Dr. Ir. Heri Supomo, M.Sc.  
Dr. Ir. I Ketut Suastika, M.Sc.

PROGRAM MAGISTER  
DEPARTEMEN TEKNIK PERKAPALAN  
PROGRAM STUDI TEKNOLOGI PRODUKSI DAN MATERIAL KELAUTAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2018



TESIS - MN142532

**ANALISA TEKNIS DAN EKONOMIS PEMBANGUNAN  
JEMBATAN BAJA PADA INDUSTRI GALANGAN KAPAL  
DALAM RANGKA DIVERSIFIKASI USAHA  
(Studi Kasus: PT. PAL Indonesia)**

RONY PURWONO  
4115203202

Dosen Pembimbing  
Dr. Ir. Heri Supomo, M.Sc.  
Dr. Ir. I Ketut Suastika, M.Sc.

PROGRAM MAGISTER  
DEPARTEMEN TEKNIK PERKAPALAN  
PROGRAM STUDI TEKNOLOGI PRODUKSI DAN MATERIAL KELAUTAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2018



THESIS MN142532

# **TECHNICAL AND ECONOMIC ANALYSIS OF DEVELOPMENT OF STEEL BRIDGE ON SHIP INDUSTRY FOR DIVERSIFIED BUSINESS**

(Case Study: PT.PAL Indonesia)

**RONY PURWONO**  
4115 203 202

**SUPERVISOR**  
Dr. Ir. Heri Supomo, M.Sc.  
Dr. Ir. I Ketut Suastika, M.Sc.

**MASTER PROGRAM  
PRODUCTION AND MATERIAL TECHNOLOGY OF MARINE  
PROGRAM STUDY OF MARINE TECHNOLOGY  
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY  
SURABAYA  
2018**



## LEMBAR PENGESAHAN TESIS

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar  
Magister Teknik (MT)

di

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

**RONY PURWONO**

**NRP 4115 203 202**

**Tanggal Ujian : 20 Juli 2018**

**Periode Wisuda : September 2018**

Disetujui oleh :

1. Dr. Ir. Heri Supomo, M.Sc.  
NIP. 19640416 198903 1 003

(Pembimbing I)

2. Dr. Ir. I Ketut Suastika, M.Sc.  
NIP. 19691231 200604 1 178

(Pembimbing II)

3. Ir. Tri Achmadi, Ph.D.  
NIP. 19650110 198803 1 001

(Penguji)

4. Dr. Ing. Setyo Nugroho  
NIP. 19651020 199601 1 001

(Penguji)

5. Dr. Eng. IGN Sumanta Buana, S.T., M.Eng  
NIP. 19680804 199402 1 001

(Penguji)

Plt. Dekan Fakultas Teknologi Kelautan,



**Prof. Ir. Arif Djunaidy, MSc, Ph.D**

**NIP. 19581005 198603 1 003**

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum Wr,Wb.*

Dengan Memanjatkan puji syukur atas kehadiran ALLAH S.W.T yang telah memberikan rahmat serta hidayah-Nya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tesis ini yang berjudul “ANALISA TEKNIS DAN EKONOMIS PEMBANGUNAN JEMBATAN BAJA PADA INDUSTRI GALANGAN KAPAL DALAM RANGKA DIVERSIFIKASI USAHA“ yang merupakan salah satu syarat kelulusan Program Magister pada Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan – Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam penyelesaian Tesis ini, yaitu:

1. Bapak Dr. Ir. Heri Supomo, M.Sc selaku Dosen Pembimbing I atas bimbingan dan motivasinya serta dukungan selama pengerjaan dan penyusunan Tesis ini.
2. Bapak Dr. Ir. Ketut Suastika, M.Sc selaku pembimbing II atas bimbingan dan motivasinya selama pengerjaan dan penyusunan Tesis ini.
3. Segenap dosen pengajar di Departemen Teknik Perkapalan ITS. Khususnya dosen pengajar bidang studi Industri Perkapalan Bapak Dr. Ir. Heri Supomo, M.Sc., Bapak Prof. Ir. Achmad Zubaydi, M.Eng.,Ph.D., Bapak Prof. Dr. Ir. Buana Ma'ruf, M.Sc, MM., dan Bapak Prof. Ir. Djauhar Manfaat, M.Sc.,Ph.D (Alm). Terima kasih atas bimbingan, sumbangan saran dan ide kepada penulis.
4. Bapak Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc, Ph.D., dan Bapak Dony Setyawan, ST., M.Sc. Selaku Ketua dan Sekretaris Departemen Teknik Perkapalan- FTK ITS.
5. Bapak Dr. Ir. I Ketut Suastika, M.Sc. selaku Dosen Wali, terima kasih atas perhatiannya kepada penulis.
6. Bapak Dodik karyawan PPC DKN PT. PAL Indonesia, Bapak Arief selaku Kapro proyek pembangunan Jembatan dari PT. PAL Indonesia, dan Bapak Kholil selaku anggota PPC DKN PT. PAL Indonesia atas wawasan dan pengalamannya yang telah diberikan kepada penulis dalam penyelesaian Tesis ini.

7. Kedua orang tua penulis, Bapak Rusmono dan Ibu Murinah yang selalu memberikan motivasi dan selalu bersabar dalam mendidik penulis selama ini, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tesis ini.
8. Teman-teman yang telah mendukung , menyemangati, dan menemani penulis Ibu Dian selaku mahasiswa S3 Program Doktoral di FTK ITS, Bapak Agung selaku mahasiswa S3 Program Doktoral Di FTK, Id adha mula dan teman-teman yang tidak bisa saya sebutkan satu per satu.
9. Dan kepada semua pihak yang telah membantu penulis untuk menyelesaikan Tesis ini.

Penulis menyadari bahwa Tesis ini masih jauh dari kesempurnaan sehingga kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diperlukan. Akhir kata semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak.

*Wassalamu'alaikum Wr,Wb*

Surabaya, Agustus 2018

Penulis

**ANALISA TEKNIS DAN EKONOMIS PEMBANGUNAN JEMBATAN  
BAJA PADA INDUSTRI GALANGAN KAPAL DALAM RANGKA  
DIVERSIFIKASI USAHA**

Nama : Rony Purwono  
NRP : 4115203202  
Pembimbing : Dr. Ir. Heri Supomo, M.Sc  
Dr. Ir. I Ketut Suastika, M.Sc

**ABSTRAK**

Galangan kapal merupakan salah satu bisnis usaha dalam bidang pembangunan sektor maritim. Kondisi galangan yang sepi dalam pembangunan kapal membuat galangan untuk melakukan salah satu langkah berupa diversifikasi. Penambahan lingkup pekerjaan pada galangan yang terjadi adalah perubahan galangan yang biasanya berfokus pada pekerjaan pembangunan kapal baru dan reparasi dengan memperluas bidang usaha dengan menambah pekerjaan yang masih berkaitan dengan bidang usaha yang dimiliki. Dalam penulisan ini, dilakukan analisa teknis dan ekonomis terhadap potensi penambahan lingkup pekerjaan pembangunan jembatan di galangan.

Penulisan ini menganalisa kondisi *existing* dari galangan PT.PAL Indonesia dalam pembangunan kapal dengan penambahan lingkup pekerjaan pembangunan jembatan. Fasilitas, Peralatan dan SDM yang dimiliki oleh PT.PAL Indonesia mempunyai parameter dalam menentukan kapasitas dari pekerjaan yang dimiliki. Dari Penelitian ini dapat disimpulkan bahwa kapasitas daya dukung tanah galangan cukup besar 12 ton/m<sup>2</sup>, kapasitas bengkel produksi yang dimiliki cukup besar yaitu 9468,93 ton/ tahun, peralatan yang dimiliki memadai dengan *goliath crane* 300 ton dan tenaga kerja yang dilibatkan sebesar 39 orang pada pekerjaan perakitan *center span*. Dari aspek ekonomis pembangunan jembatan pada galangan memberikan keuntungan sebesar Rp.14.927.485.799 rupiah. Dalam hal ini PT.PAL Indonesia mampu melaksanakan penambahan pekerjaan dalam pembangunan jembatan.

Kata Kunci : Galangan Kapal, Kapasitas, Jembatan





# **TECHNICAL AND ECONOMIC ANALYSIS OF DEVELOPMENT OF STEEL BRIDGE ON SHIP INDUSTRY FOR DIVERSIFIED BUSINESS**

Student's Name : Rony Purwono  
NRP : 4115203202  
Supervisor : Dr. Ir. Heri Supomo, M.Sc  
Dr. Ir. I Ketut Suastika, M.Sc

## **ABSTRACT**

Shipyard is one of businesses in the field of maritime sector development. The minimum job in the shipyard conditions in shipbuilding make the shipyard to do one step in the form of diversification. The additional scope of work of the shipyard which usually focuses on the work of new ship construction and reparation by expanding the business by adding work that is still related to the business. In this paper, technical and economic analyzed of the potential scope of work of bridge construction in the shipyard are carried out.

This paper analyzes the existing condition of the shipyard PT.PAL Indonesia in the construction of the ship with the addition of the scope of construction work of the bridge. From this research, it can be concluded that the capacity of dockyard is 12 ton / m<sup>2</sup>, large enough and the production capacity is 9468,93 ton / year. The equipments are adequate with 300 ton goliath crane and the workforce is 39 people at center span assembly work. If the remaining capacity is utilized to the maximum, it will give benefit to the shipyard. From the economic aspect of the bridge construction, the shipyard give a profit of IDR.14.927.485.799 per year.

Keyword: Shipyard, Capacity, Bridge

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## DAFTAR ISI

	Hal
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK .....	vii
ABSTRACT .....	ix
DAFTAR ISI .....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL.....	xvii
<b>BAB 1. PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1</b> Latar Belakang .....	<b>1</b>
<b>1.2</b> Rumusan Masalah .....	<b>3</b>
<b>1.3</b> Tujuan Penelitian .....	<b>3</b>
<b>1.4</b> Manfaat Penelitian.....	<b>3</b>
<b>1.5</b> Batasan Masalah .....	<b>4</b>
<b>BAB 2. KAJIAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI.....</b>	<b>5</b>
<b>2.1</b> Industri Galangan Kapal.....	<b>5</b>
<b>2.2</b> Diversifikasi .....	<b>6</b>
<b>2.3</b> Produktifitas .....	<b>9</b>
<b>2.4</b> Galangan Kapal .....	<b>11</b>
<b>2.5</b> Jenis Galangan Kapal .....	<b>15</b>
<b>2.6</b> Pembangunan Kapal.....	<b>16</b>
<b>2.7</b> Jembatan .....	<b>20</b>
2.7.1 Jembatan Rangka .....	24
<b>2.8</b> Kajian Teknis.....	<b>28</b>
2.8.1 Dasar-Dasar Manajemen Galangan .....	31
2.8.2 Perencanaan Proses Produksi .....	33
2.8.3 Fasilitas Produksi.....	33
2.8.4 Penentuan Jumlah Fasilitas Produksi.....	35
2.8.5 Proses Peluncuran ( <i>load out</i> ) .....	37

<b>2.9 Kajian Ekonomis .....</b>	<b>40</b>
2.9.1 Kebutuhan Tenaga Kerja.....	41
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN.....</b>	<b>43</b>
<b>3.1 Langkah-langkah Pengerjaan Tesis.....</b>	<b>43</b>
3.1.1. Studi Literatur .....	43
3.1.2. Studi Lapangan.....	44
3.1.3. Pengumpulan Data .....	45
3.1.4. Pengolahan Data.....	45
3.1.5 Kesimpulan .....	46
<b>BAB 4. DIVISI KAPAL NIAGA .....</b>	<b>49</b>
<b>4.1 Divisi Kapal Niaga.....</b>	<b>49</b>
<b>4.2 Fasilitas Produksi .....</b>	<b>52</b>
4.2.1 Grand Assembly.....	53
4.2.2 Fasilitas Bengkel Produksi .....	53
4.2.3 Fasilitas Alat Potong .....	54
4.2.4 Fasilitas Mesin Bending.....	55
4.2.5 Bengkel Blok Blasting dan Painting .....	55
4.2.6 Erection Shop .....	55
<b>BAB 5. ANALISA TEKNIS PEMBANGUNAN JEMBATAN BAJA .....</b>	<b>57</b>
<b>5.1 Manajemen Pengerjaan Jembatan .....</b>	<b>57</b>
<b>5.2 Kapasitas dan Utilitas Produksi .....</b>	<b>58</b>
<b>5.3 Kebutuhan Tenaga Kerja.....</b>	<b>64</b>
<b>5.4 Proses Pengerjaan.....</b>	<b>66</b>
<b>5.5 Daya Dukung Tanah .....</b>	<b>67</b>
<b>5.6 Proses Assembly .....</b>	<b>70</b>
<b>5.7 Proses Coating.....</b>	<b>81</b>
<b>5.8 Metode Inspeksi .....</b>	<b>81</b>
<b>5.9 Loadout.....</b>	<b>84</b>
5.9.1 Persiapan Loadout.....	86
5.9.2 Proses Loadout.....	87
<b>BAB 6. ANALISA EKONOMIS PEMBANGUNAN JEMBATAN BAJA .....</b>	<b>90</b>
<b>6.1 Analisa Ekonomis .....</b>	<b>90</b>

<b>6.2</b> Jam Kerja.....	90
<b>6.3</b> Estimasi Pengeluaran .....	94
<b>6.4</b> Estimasi Pendapatan Galangan .....	99
KESIMPULAN.....	100
<b>7.1</b> Kesimpulan.....	100
<b>7.2</b> Saran.....	102
DAFTAR PUSTAKA.....	xxi
LAMPIRAN .....	
BIODATA .....	

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Klasifikasi Tenaga Kerja .....	13
2.2 Tahapan Pembuatan Kapal .....	16
a. Gelagar parallel berdinding penuh.....	22
b. Gelagar jajar .....	23
c. Gelagar trapesium .....	23
d. Gelagar parabola.....	23
e. Gelagar setengah parabola .....	23
f. Gelagar trapesium .....	23
g. Gelagar parabola.....	23
h. Gelagar setengah parabola.....	23
i. Pekerjaan vak belah .....	23
j. Gelagar pembagi bentuk ikan.....	23
k. Gelagar pembagi empat .....	23
l. Jembatan langerse.....	23
m. Jembatan busur berlantai kendaraan rendah .....	23
n. Jembatan busur berlantai kendaraan terbenam .....	23
o. Jembatan busur kendaraan tinggi .....	23
p. Jembatan busur berlantai berengsel tiga.....	23
q. Jembatan gantung .....	23
r. Jembatan gantung.....	23
2.3 Macam-macam Jembatan .....	23
2.4. Tipe Jembatan Baja yang dibangun.....	25
2.5 PDCA Cycle .....	29
2.6 Overhead crane .....	35
2.7 Forklift.....	35
2.8 SPMT Transporter .....	35
2.9 Bending Machine.....	36
2.10 Welding Machine .....	36



2.11 CNC Plasma Cutting .....	36
2.12 Jig Assembly .....	37
2.13 Shot Blasting .....	37
2.14 Barge untuk proses loadout .....	37
2.15 <i>Loadout</i> dengan menggunakan SPMT .....	37
2.16 Peluncuran dengan skidding .....	39
2.17 Mobile crane.....	39
2.18 Pengangkutan jembatan dengan SPMT .....	40
3.2 <i>Flowchart</i> Pengerjaan Tesis .....	47
4.1 <i>Grand assembly</i> Divisi Kapal Niaga PT. PAL .....	52
5.1 <i>Flowchart</i> Proyek Pembangunan Jembatan Baja .....	57
5.2 Konstruksi Jembatan .....	66
5.3 <i>Stress ground</i> pada titik jembatan .....	69
5.4 <i>Side view</i> Jembatan .....	70
5.5 Nama bagian jembatan.....	71
5.6 <i>Pre-assembly</i> MG5.....	72
5.7 <i>Dimension check</i> .....	72
5.8 <i>Pre-assembly</i> MG4.....	73
5.9 <i>Pre-assembly</i> MG6.....	73
5.10 <i>Pre-assembly</i> MG3.....	74
5.11 <i>Pre-assembly</i> MG7.....	74
5.12 <i>Pre-assembly</i> MG2.....	74
5.13 <i>Pre-assembly</i> MG8.....	75
5.14 <i>Pre-assembly</i> MG1.....	75
5.15 <i>Pre-assembly</i> MG9.....	76
5.16 Pemasangan <i>splice</i> dan <i>bolt</i> .....	76
5.17 <i>Assembly MG, CG, stringer</i> dan <i>bracing</i> .....	77
5.18 Konstruksi bagian bawah jembatan .....	77
5.19 <i>Assembly</i> konstruksi MG1-9 .....	77
5.20 Pemasangan MG dan MB .....	77
5.21 <i>Main girder</i> (MG) dan <i>main box</i> (MB).....	78
5.22 <i>Assembly</i> MB dan MG .....	78

5.23 Assembly box 4,5 dan frame 1,2 (R,L) .....	79
5.24 Assembly box 11,12 dan frame 9,10 (R,L) .....	79
5.25 Preassembly Box .....	80
5.26 Assembly Box (R,L).....	80
5.27 Konstruksi bagian bawah jembatan.....	82
5.28 Daerah bagian pemeriksaan.....	83
5.29 Proses Loadout .....	84
5.30 Loadout jembatan .....	86
5.31 Support pada barge .....	86
5.32 Rampdoor untuk loadout .....	87
5.33 Barge pada dermaga .....	87
5.34 Kondisi draft pada saat loadout .....	88
5.35 Rampway untuk loadout.....	88
5.36 Loadout jembatan ke atas barge .....	89
6.1 Pandangan atas jembatan.....	92

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## DAFTAR TABEL

	Halaman
II.1 Rincian Jumlah dan Kapasitas Galangan Nasional.....	5
II.2 Daftar Divisi .....	18
II.3 Daftar pembangunan kapal di PT.PAL Indonesia .....	19
II.4 Perhitungan CGT PT.PAL Indonesia .....	19
II.5 Tipe dan konfigurasi jembatan .....	24
II.6 Spesifikasi Jembatan.....	25
II.7 Perbedaan Produksi Jembatan dan Kapal .....	27
IV.1 Pendapatan, Laba dan Total Aset PT. PAL.....	50
IV.2 Data proyek divisi kapal niaga tahun 2016 dan 2017 .....	50
IV.3 Data proyek jasa lain divisi kapal niaga tahun 2016 dan 2017 .....	51
V.1 Peralatan Bengkel Fabrikasi .....	59
V.2 Peralatan pada Bengkel Assembly.....	60
V.3 Peralatan Bengkel SSH ( <i>Steel stock house</i> ) .....	60
V.4 Peralatan bengkel Sub Assembly.....	60
V.5 Kapasitas terpasang bengkel divisi kapal niaga .....	62
V.6 Data Ukuran Kapal Divisi Niaga.....	63
V.7 Jumlah Tenaga Kerja yang Terlibat.....	65
V.8 Spesifikasi jembatan .....	67
V.9 Titik beban pada jembatan ( <i>support forces</i> ) .....	68
V.10 Besarnya pengencangan baut sambungan .....	76
V.11 Tipe coating pada jembatan .....	81
V.12 Ukuran Pengencangan Baut.....	82
V.13 Tipe Sambungan Baut.....	82
V.14 Tipe Sambungan <i>cross girder</i> .....	82
V.15 Posisi Pemeriksaan .....	83
V.16 Data struktur jembatan untuk proses loadout .....	84
V.17 Peralatan yang digunakan untuk proses loadout.....	84
VI.1 Penggunaan jam untuk assembly .....	91

VI.2 Konsumsi pengelasan assembly konstruksi antar box .....	92
VI.3 Konsumsi pengelasan assembly konstruksi box dengan frame .....	93
VI.4 Total Penggunaan Kawat las dan Gas.....	94
VI.5 Kebutuhan material pembuatan jig .....	94
VI.6 Kebutuhan material shot blasting.....	95
VI.7 Kebutuhan material fabrikasi MG dan MB .....	95
VI. 8 Kebutuhan material assembly MG dan MB.....	95
VI.9 Kebutuhan material untuk painting.....	96
VI.10 Kebutuhan material untuk assembly jig.....	96
VI.11 Kebutuhan material assembly P2-P3 .....	96
VI.12 Kebutuhan material assembly P3-P4 .....	97
VI.13 Total Pengeluaran Material Pekerjaan .....	97
VI.14 Estimasi upah tenaga kerja.....	98
VI.15 Estimasi pendapatan galangan .....	99



# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Indonesia sebagai poros maritim dunia yang saat ini telah di deklarasikan, membuat pemerintah melakukan pembangunan dalam bidang maritime baik dari sector transportasi maupun dari infrastruktur. Galangan merupakan salah satu bisnis usaha dalam bidang pembangunan sector maritim, selain itu galangan merupakan industri padat karya dan padat modal (Ma'ruf, 2016).

Galangan kapal nasional dapat memproduksi kapal dengan tingkat produktifitas tinggi melalui penerapan teknologi dan manajemen produksi modern (Ma'ruf, 2014). Produktivitas bagi galangan merupakan suatu hal yang harus diperhatikan karena merupakan tolok ukur keberhasilan galangan itu sendiri. Dalam hal ini merupakan sejumlah output yang dihasilkan oleh galangan dari sejumlah input yang diberikan. *Input* ini bisa berupa bahan (*material*), sumber daya manusia (*man*), modal (*money*), peralatan (*machine*) dan juga metode (*methode*) yang digunakan (Lamb, 1998). Teknologi produksi dalam pembangunan kapal telah berkembang dari mulai sistem konvensional hingga modern (Storch, 1995). Teknologi yang digunakan pada industri galangan mampu memberikan manfaat antara lain waktu pengerjaan lebih cepat, kualitas yang dihasilkan menjadi lebih baik karena adanya ketepatan dan kecepatan dalam proses produksi dimana semua itu bertujuan untuk memberi nilai keuntungan bagi perusahaan dalam bidang usaha.

Pada era globalisasi dan perdagangan bebas saat ini, maka industri kapal dalam negeri, khususnya galangan yang bergerak dalam bidang industri perkapalan, dituntut untuk mampu bertahan dan bersaing. Melihat tingginya tingkat persaingan dari galangan dalam maupun luar negeri maka peningkatan produktivitas bagi galangan merupakan suatu hal yang penting untuk dilaksanakan. Upaya ini bisa dilakukan dengan berbagai cara, misalnya pengembangan dan penerapan teknologi yang tepat, perbaikan sistem manajemen dan metode kerja yang baik, atau optimalisasi fungsi dan peningkatan ketrampilan

(*skill*) dari tenaga kerja sehingga dapat meningkatkan efisiensi penggunaan input produksi, dan menghasilkan output yang maksimal (Schermerhorn, JR, 2002).

Kondisi galangan yang sepi dalam pembangunan kapal membuat galangan untuk melakukan salah satu langkah berupa diversifikasi. Diversifikasi usaha merupakan upaya memperluas pasar dengan mengembangkan produk baru yang sesuai dengan pasar. Dalam memperluas bidang usaha yang terjadi pada sebuah perusahaan merupakan sesuatu yang wajar terjadi. Hal ini dikarenakan setiap pekerjaan yang dilakukan oleh sebuah perusahaan bergantung pada permintaan pasar yang ada. Jika permintaan pasar cukup besar dan peluang perubahan akan bisa mengambil pasar itu maka perluasan bidang usaha menjadi salah satu pilihan yang diambil oleh perusahaan. Penambahan lingkup pekerjaan pada sebuah perusahaan akan mengakibatkan adanya perubahan dari perusahaan tersebut. Dalam sektor industri perkapalan khususnya galangan kapal penambahan lingkup pekerjaan umum terjadi. Hal ini dapat disebabkan salah satunya adalah adanya peluang pasar yang cukup besar pada pekerjaan lain. Penambahan lingkup pekerjaan pada galangan yang terjadi adalah perubahan galangan yang biasanya berfokus pada pekerjaan pembangunan kapal baru dan reparasi dengan memperluas bidang usaha dengan menambah pekerjaan dalam bidang usaha yang masih berkaitan dengan bidang usaha yang dimiliki.

PT. PAL Indonesia merupakan perusahaan galangan milik negara yang memiliki kapasitas pembangunan kapal sampai 50.000 DWT dan untuk tahun 2017 divisi kapal niaga membangun 1 buah kapal LPD (*Landing Platform Dock*) dengan bobot 7.200 DWT, sehingga selisih kapasitas sekitar 42.800 DWT. Pembangunan kapal baru di galangan PT. PAL Indonesia yang relative sedikit, mengingat fasilitas yang dimiliki oleh galangan cukup besar, sehingga galangan kapal PT. PAL akan membangun 2 (dua) jembatan baja tipe warren dari kementerian PUPR untuk daerah papua. Penambahan pekerjaan ini akan mempunyai dampak pada perubahan yang ada di galangan tersebut baik perubahan dari sisi pekerja, fasilitas, bangunan, maupun dari aspek keuangan perusahaan.

Oleh karena itu, dalam penelitian ini membahas tentang analisis teknis dan ekonomis pembangunan jembatan baja pada galangan kapal PT. PAL Indonesia dalam rangka diversifikasi usaha.



## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang disajikan, masalah dapat dirumuskan sebagai berikut :

1. Bagaimana kondisi *existing* galangan kapal PT. PAL Indonesia dari aspek teknis dan ekonomis dalam perakitan jembatan baja ?
2. Bagaimana teknologi perakitan jembatan baja di galangan PT. PAL Indonesia sampai dengan proses *loadout* ?
3. Bagaimana perencanaan fasilitas dan peralatan yang sesuai dalam perakitan jembatan baja pada galangan kapal PT. PAL Indonesia ?
4. Bagaimana tinjauan ekonomis dalam pembangunan jembatan terhadap nilai tambah pada perusahaan ?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan penulisan tesis ini adalah untuk menganalisa pembangunan jembatan baja yang dibangun pada industri galangan kapal, adapun perinciannya adalah sebagai berikut :

1. Melakukan analisa teknis dan ekonomis terhadap perakitan jembatan baja pada galangan kapal PT.PAL Indonesia
2. Untuk menganalisa teknologi yang diterapkan dalam perakitan jembatan baja pada industri galangan kapal.
3. Untuk mendapatkan perencanaan galangan kapal dalam perakitan jembatan baja.
4. Untuk mendapatkan aspek ekonomis dalam pembangunan jembatan di galangan kapal.

## **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat utama pada penulisan tesis ini adalah memberikan referensi kepada pihak galangan antara lain:

1. Memberikan referensi kepada pihak industri galangan mengenai aspek teknis dan ekonomis perakitan jembatan baja.
2. Memberikan wawasan penulis, pembaca dan peneliti selanjutnya sehingga nantinya dapat dikembangkan dalam pembangunan jembatan di galangan.

## **1.5 Batasan Masalah**

Adapun batasan – batasan masalah yang diterapkan pada penulisan tesis ini, yaitu:

1. Penelitian ini difokuskan pada proses *assembly* bagian jembatan yang dilaksanakan di galangan PT. PAL.
2. Analisa dilakukan pada aspek teknis dan ekonomis berupa pemakaian jam dari proses *assembly* jembatan sampai dengan proses *loadout* yang dilakukan di galangan PT. PAL.
3. Analisa yang dilakukan pada proses pekerjaan bentangan tengah (*center span*) dari jembatan baja.

## BAB 2

### KAJIAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

#### 3.1 Industri Galangan Kapal

Industri galangan kapal merupakan perusahaan yang padat karya dimana mempunyai *multiplayer effect* yang besar bagi tumbuhnya perusahaan-perusahaan yang bergerak disektor maritim baik skala kecil maupun besar berkembang, karena sifat alami industri ini melibatkan banyak orang, melibatkan berbagai kompetensi keilmuan dengan waktu pengembalian investasi yang sangat lama. Sehingga dari segi bisnis dan operasi, industri galangan kapal adalah industri yang padat karya, padat modal dan padat teknologi (Ma'ruf, 2010). Perkembangan dunia industri perkapalan yang ada didalam negeri merupakan pangsa pasar yang potensial untuk dikembangkan. Potensi ekonomi secara geografis dan strategis dengan pengembangan di sektor maritim ini membuat para pelaku usaha bidang maritim nasional tumbuh untuk melakukan inovasi agar mampu berperan dalam memanfaatkan potensi yang ada. Industri perkapalan yang bersifat *job order* ini memberikan dampak bagi pelaku usaha industri perkapalan. Berdasarkan data iperindo, saat ini terdapat 250 galangan nasional yang tersebar diberbagai daerah di Indonesia dengan kapasitas total yang terpasang per tahun dari seluruh galangan sebesar 936.000 DWT untuk pembangunan kapal baru. Tabel II.1 Rincian Jumlah dan Kapasitas Galangan Nasional (Ma'ruf, 2014).

KAPASITAS TERPASANG GALANGAN KAPAL NASIONAL							
No	Kapasitas (DWT)	Kapal Baru			Reparasi Kapal		
		Unit	Kapasitas Terpasang/Th		Unit	Kapasitas Terpasang/Th	
			GT	DWT		GT	DWT
1	< 500	99	23.000	34.500	121	480.000	720.000
2	500-1.000	27	19.000	28.500	45	495.000	742.500
3	1.001-3.000	10	15.500	23.250	25	455.000	682.500
4	3.001-5.000	14	61.500	92.250	6	400.000	600.000
5	5.001-10.000	17	116.000	174.000	9	1.170.000	1.755.000
6	10.001-50.000	8	264.000	396.000	8	1.980.000	2.970.000
7	50.000-100.000	4	125.000	187.500	3	1.920.000	2.880.000
8	>100.000	-	-	-	1	1.200.000	1.800.000
Jumlah		179	624.000	936.000	160	8.188.000	12.150.000

Kapasitas galangan kapal dalam negeri yang ada di Indonesia selain di Batam. Kapasitas galangan nasional dapat dilihat pada Tabel 2.1. Sebagai catatan, dari data galangan tersebut, terdapat data 4 galangan kapal asing yang ada di Batam dengan kapasitas antara 50.000-75.000 DWT (Ma'ruf, 2014). Sehingga galangan kapal nasional terbesar memiliki kapasitas maksimum 50.000 DWT, salah satunya adalah PT.PAL Indonesia.

### **3.2 Diversifikasi**

Diversifikasi usaha merupakan memperluas bidang usaha dengan mengembangkan produk baru yang sesuai dengan pasar agar memiliki keunggulan bersaing. Berdasarkan definisi tersebut, maka disimpulkan perusahaan yang melakukan diversifikasi usaha adalah perusahaan yang memiliki beberapa unit bisnis atau anak perusahaan dan diversifikasi usaha dilakukan untuk meningkatkan nilai tambah pemilik perusahaan.

Diversifikasi usaha oleh perusahaan dapat digolongkan beberapa tipe. Ada dua tipe diversifikasi usaha yaitu (Griffin, 2002:240) :

#### **1. Diversifikasi Usaha berkaitan**

Diversifikasi usaha berkaitan adalah diversifikasi usaha perusahaan ke dalam suatu bisnis lain yang masih mempunyai hubungan erat dengan bisnis sebelumnya atau bisnis utama dari perusahaan tersebut, sehingga dapat dikembangkan strategi bisnis yang saling berkesuaian (*strategic fit*) di antara setiap bisnis tersebut. Keuntungan dalam diversifikasi usaha berkaitan dapat mempunyai keuntungan diantaranya: Pertama, mengurangi ketergantungan organisasi terhadap satu aktivitas bisnisnya, sehingga dapat menunjang bisnis lainnya. Kedua, dengan mengelola beberapa bisnis pada waktu yang bersamaan, organisasi dapat mengurangi biaya *overhead* yang dihubungkan dengan mengelola satu bisnis. Ketiga, diversifikasi usaha yang berkaitan membuat suatu perusahaan dapat mengeksplorasi kekuatan dan kemampuannya di lebih dari satu bisnis, sehingga perusahaan dapat memanfaatkan sinergi yang merupakan dampak pelengkap yang ada di antara bisnis mereka.

## 2. Diversifikasi Usaha tidak berkaitan

Diversifikasi usaha tidak berkaitan adalah diversifikasi usaha perusahaan ke dalam suatu bisnis lain yang tidak mempunyai hubungan erat dengan bisnis sebelumnya. Diversifikasi usaha ini dilatar belakangi karena adanya peluang keuntungan lumayan besar yang didapatkan dari industri tertentu. Strategi ini bisa saja dijalankan perusahaan korporasi dengan tujuan khusus untuk meraih keuntungan yang besar dalam jangka pendek. Untuk itu, perusahaan tidak mendirikan perusahaan yang baru tetapi mengambil alih perusahaan lain (akuisisi, dan merger).

Diversifikasi usaha tidak berkaitan ini memiliki dua keunggulan diantaranya:

- a. Perusahaan harus memiliki kinerja yang stabil dari waktu ke waktu. Selama periode tertentu jika beberapa bisnis yang dimiliki oleh organisasi berada dalam siklus penurunan, yang lainnya mungkin sedang mengalami siklus pertumbuhan.
- b. Memiliki keunggulan dalam alokasi sumber daya. Pada saat suatu perusahaan mengalokasikan modal, orang, dan sumber daya lain di antara berbagai bisnisnya, perusahaan harus mengevaluasi informasi mengenai masa depan dari bisnis-bisnis tersebut sehingga perusahaan dapat menempatkan sumber dayanya pada bisnis yang memiliki potensi pengembalian yang paling tinggi.

Diversifikasi usaha dilaksanakan dengan beberapa tujuan, Harberg dan Rieple (2003:347) dalam Kusmawati (2005):

### 1. *To seek growth and capture value added*

Tujuan pertumbuhan dan nilai tambah dapat terpenuhi ketika perusahaan berinvestasi pada usaha yang memberikan keuntungan bagi perusahaan, misalnya melakukan akuisisi perusahaan yang memiliki sumber daya strategis seperti pemasok yang memproduksi bahan baku utama perusahaan atau distributor yang telah memiliki saluran distribusi yang luas. Diversifikasi usaha dengan mengerjakan proyek yang masih berhubungan dengan bisnis utama, sehingga tidak perlu memerlukan fasilitas atau peralatan tambahan yang cukup besar dapat memberikan nilai

tambah bagi perusahaan. Galangan kapal dapat memanfaatkan sumber daya yang ada untuk memperoleh keuntungan dalam rangka diversifikasi.

2. *To spread risk*

Tujuan meratakan tingkat risiko dimaksudkan bahwa dengan berinvestasi pada beberapa usaha maka risiko yang dimiliki oleh satu usaha tidak berpengaruh secara total terhadap perusahaan karena dapat diimbangi oleh return yang diperoleh dari usaha lain. Hal ini dapat terjadi karena setiap usaha memiliki risiko dan return yang berbeda satu sama lain.

3. *To prevent a competitor from going ground*

Melalui penguasaan pada usaha yang memiliki sumber daya strategis selain dapat memberikan nilai tambah juga dapat mencegah pengusahaan oleh pesaing atau dengan kata lain monopoli.

4. *To achieve synergy*

Untuk mensinergikan perusahaan. Sinergi yang dimaksud adalah kemampuan untuk mencapai sesuatu dengan melakukan kombinasi antara segmen usaha yang tidak bisa dicapai jika segmen usaha tersebut bekerja sendiri - sendiri.

5. *To control the supply or distribusi chain*

Penguasaan atas pemasok dan distributor dalam strategi diversifikasi usaha yang berkaitan dapat memudahkan perusahaan dalam mengendalikan harga dan mutu agar dapat bersaing. Penguasaan modal internal akan meningkatkan kekuatan perusahaan atas produk yang dihasilkan.

6. *To fulfill the personal ambition of the senior managers*

Pemenuhan ambisi dari personel manajer berkaitan dengan reward yang akan diterima. Reward diberikan kepada manajer sesuai dengan ruang lingkup tugas yang harus dilakukan. Pada perusahaan yang melakukan strategi diversifikasi usaha maka ruang lingkup tugas manajer juga diharapkan akan semakin besar.

Industri galangan kapal yang sepi order, maka dengan penambahan unit usaha baru dapat dilaksanakan karena dapat menambah *revenue* dari perusahaan.

### 3.3 Produktivitas

Produktivitas mengandung pengertian sikap mental selalu mempunyai pandangan bahwa mutu hari ini harus lebih baik pada kemarin dan hari ini esok harus lebih baik dari pada hari ini. Produktifitas biasa diartikan sebagai hasil produksi riil persatuan waktu (jam, hari, minggu, bulan, atau tahun). Umumnya produktivitas dirumuskan sebagai konsep yang menggambarkan hubungan antara hasil berupa barang atau jasa dengan sumber daya produksi (material, tenaga, mesin dan peralatan, modal, metode). Factor yang mempengaruhi produktivitas adalah factor input dan factor output, dalam galangan kapal input produktivitas berupa jam orang dan output produktivitas berupa CGT.

1. Menurut OECD (Organization for Economic Cooperation and Development), 1999, bahwa produktifitas pada dasarnya adalah output dibagi dengan elemen produksi yang dimanfaatkan didalamnya.
2. Mundel (1998) menjelaskan bahwa produktivitas didefinisikan sebagai berikut: penggunaan di luar organisasi, yang memperbolehkan untuk berbagai macam produk dibagi oleh sumber-sumber yang digunakan, semuanya dibagi oleh suatu rasio yang sama dari periode dasar.
3. Menurut Drucker (2006) mendefinisikan produktivitas sebagai berikut “Produktivitas adalah keseimbangan antara seluruh faktor-faktor produksi yang memberikan keluaran yang lebih banyak melalui penggunaan sumber daya yang lebih sedikit”.
4. *Everett (1981)* mendefinisikan produktivitas sebagai berikut: “Produktivitas adalah perubahan produk yang dihasilkan oleh sumber-sumber yang digunakan”.
5. Menurut Sumanth (1997) mendefinisikan produktivitas sebagai berikut: Total produktivitas adalah perbandingan antara output *tangible* dengan *input tangible*”.
6. Menurut Fabricant (1973) mendefinisikan produktivitas sebagai berikut: “Produktivitas adalah perbandingan output dengan input”
7. Menurut Siegel (1980) produktivitas adalah : “Produktivitas berkenaan dengan sekumpulan poerbandingan antara output dengan input”.

Secara umum produktivitas mengandung pengertian perbandingan antara hasil yang dicapai (output) dengan keseluruhan atau sebagian sumberdaya (input) yang digunakan. Produktivitas dapat dirumuskan sebagai berikut (Sumanth, 1997):

$$\text{Produktivitas} = \text{Output} / \text{Input} \quad (2.1)$$

Jadi secara umum produktivitas adalah sejumlah output yang dihasilkan dari sejumlah input yang diberikan. Input ini bisa bermacam-macam, misalnya manusia (*man*), bahan (*material*), modal (*money*), metode (*method*), dan peralatan (*machine*). Analisa produktivitas dilakukan mulai pengadaan input, proses produksi sampai dihasilkan output produk akhir dalam hal ini berupa kapal.

Prinsip dalam manajemen produktivitas adalah efektif dalam mencapai tujuan dan efisien dalam menggunakan sumber daya. Kualitas, Secara umum kualitas adalah ukuran yang menyatakan seberapa jauh pemenuhan persyaratan, spesifikasi, dan harapan konsumen. Kualitas merupakan salah satu ukuran produktivitas. Meskipun kualitas sulit diukur secara matematis melalui rasio output/input, namun jelas bahwa kualitas input dan kualitas proses akan meningkatkan kualitas output.

Input produktivitas berasal dari jumlah sumber daya yang digunakan, bisa berupa banyak tenaga kerja yang digunakan, level keahlian, sikap kerja, manajemen, level teknologi produksi, perencanaan dan pengendalian, jumlah dan ukuran dok, kemampuan angkat crane dan lain sebagainya. Namun hal itu tidak memungkinkan untuk menggabungkan kesemuanya dalam unit yang sama. Pengukuran produktivitas galangan yang lazimnya digunakan adalah dalam bentuk jam orang per CGT.

Output produktivitas dalam industri galangan kapal biasanya berupa GT (*Gross Tonnage*) atau DWT (*Dead Weight*). DWT umumnya digunakan untuk mengukur berat kargo yang dapat dibawa oleh kapal, sedangkan GT diukur melalui volume moulded diukur dalam meter kubik.

DWT tidak bisa digunakan dalam pengukuran produktivitas karena keterbatasan dalam pengukuran output produktivitas terbukti dalam pembangunan kapal yang besar seperti VLCC (*Very Large Crude Carrier*), DWT kapal akan bertambah besar secara signifikan meski tidak ada penambahan pekerja atau



fasilitas atau mengadopsi teknologi maju. Begitu juga dengan GT, tidak bisa digunakan dalam satuan produktivitas secara langsung dikarenakan satuan volume tidak bisa direfleksikan dalam kesulitan pembangunan sebuah kapal.

DWT dan CGT utamanya digunakan dalam mengukur berat dan volume menurut sudut pandang pemilik kapal dan bukan menurut sudut pandang galangan kapal sehingga digunakan satuan CGT untuk menentukan output produktivitas galangan.

### **3.4 Galangan Kapal**

Galangan secara umum dapat diartikan sebagai tempat yang dirancang untuk mengerjakan bangunan kapal baru dan perbaikan kapal (Storch et al, 1995). Seiring dengan perkembangan teknologi produksi kapal mengharuskan setiap galangan untuk mengevaluasi sistem yang digunakan (Jansumarno, 2010). Galangan kapal biasanya dibangun di lahan yang luas karena objek pengerjaan yang begitu besar disertai fasilitas pendukung guna menunjang aktifitas yang terkait dengan pembangunan ataupun perbaikan kapal. Untuk galangan kapal bangunan kapal baru salah satu sarana berikut harus dimiliki, yaitu: (Soeharto dan Soejitno, 1996):

- *Building berth*
- *Building dock*
- *Slipway*
- *Graving dock*
- *Lift dock*

Berikut akan dijelaskan mengenai beberapa jenis sarana pokok galangan tersebut :

#### *a. Slipway*

*Slipway* merupakan salah satu bentuk sarana pokok untuk reparasi kapal yang paling sederhana untuk menaikkan dan menurunkan kapal yang akan direparasi. Konstruksi slipway terdiri dari rel yang dipasang pada landasan beton seperti pada building berth dan kereta (*cradle*) di atasnya. *Cradle* dapat dinaik turunkan di atas rel dengan bantuan kabel baja (*slink*) yang ditarik mesin derek (*winch*). *Slipway* terdiri dari 2 (dua) macam, yaitu : *slipway* memanjang dan melintang.

Keuntungan menggunakan *slipway* sebagai sarana pengedokan dari segi ekonomi relative murah sehingga dalam pemilihan sarana pengedokan umumnya dianalisa apakah *slipway* layak. Kemudian dari segi teknis *slipway* dianalisa daerah peluncuran/penaikan kapal sehingga membutuhkan daerah perairan terbuka dan membutuhkan areal tanah yang panjang sehingga membutuhkan daerah perairan terbuka dan membutuhkan areal tanah yang panjang untuk tipe *end launching* dan areal tanah yang luas untuk tipe *side launching*.

*b. Graving dock*

*Graving dock* adalah tempat untuk membangun atau mereparasi kapal dimana bentuknya seperti kolam dengan konstruksi beton yang terletak ditepi pantai/laut. Antara konstuksikolam dan laut disekat oleh pintu yang kedap air. Cara kerja bila dibangun kapal baru, pintu ditutup kemudian air di dock dikosongkan dengan cara memompa air keluar. Sedangkan bila reparasi, kapal dimasukkan , kemudian pintu ditutup, air dipompa keluar dan dibawah kapal diberikan penumpu-penumpu yang akan menopang kapal. Adapun keuntungan dari *graving dock* dibandingkan dengan *floating dock*.

*c. Floating dock*

Merupakan tipe dock yang portable sehingga dapat dengan mudah dipindahkan, *Floating dock* dibuat dari baja sehingga biaya perawatan cukup mahal. Proses pengedokan dengan cara menenggelamkan dan mengapungkan dock pada sarat air tertentu dibantu dengan pompa-pompa pengisi.

Hal terpenting pada saat pengedokan adalah urutan pengisian air ke dalam kompartemen atau pontoon agar tidak terjadi defleksi yang berlebihan pada konstruksi *floating dock* tersebut.

*d. Building berth*

*Building berth* merupakan areal yang digunakan untuk membangun konstruksi komponen kapal yang meliputi : seksi-seksi blok, blok lambung, perlengkapan kapal, perpipaan, kelistrikan, dan permesinan serta perlengkapannya. Kegiatan utama yang dilakukan pada *building berth* adalah pekerjaan mengkonstruksi, pengecatan dan penginstalasian. Peralatan yang dibutuhkan pada *building berth* untuk memperlancar proses produksi adalah alat angkat yang teegolong sebagai alat berat. Alat angkat

tersebut meliputi *stationery* dan *mobile crane*. Selain peralatan angkat, pada building berth juga terdapat peralatan peluncuran yang merupakan terdiri atas side launching dan longitudinal launching. Side launching merupakan suatu metode penurunan atau pegapungan kapal ke permukaan air secara menyamping (*transversal*). Sebagiaian besar metode ini digunakan untuk lokasi galangan yang memiliki keterbatasan *water front* dan investasi yang dilakukan tidak terlalu mahal. *Longitudinal launching* merupakan metode penurunan atau pengapungan kapal ke permukaan air secara memanjang.

Seperti halnya industri umum, industri galangan juga memiliki faktor-faktor yang mempengaruhi produktifitas yang terdiri dari lima kelompok (Lamb, 1998):

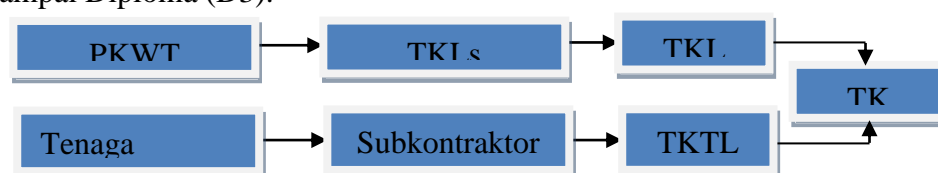
#### 1. **Man** (manusia atau tenaga kerja) :

Manusia memegang peranan penting dalam proses produksi, sehingga bila tenaga kerja langsung kurang produktif dan produktifitasnya rendah maka proses produksinya akan terhambat. Produktifitas tenaga kerja sangat sulit dipengaruhi oleh tingkat keahlian, kemampuan, training, motivasi, gaji, mental attitude, minat struktur pekerjaan, keahlian, jenis kelamin, umur, latar belakang pendidikan dan kebudayaan akan tetapi juga kemampuan kerja.

Pada umumnya industri galangan memiliki tenaga kerja yang berkualifikasikan pendidikan mulai dari tingkat dasar (SD) sampai tingkat perguruan tinggi. Klasifikasi pekerjaan untuk tenaga kerja di industri galangan kapal tenaga administrasi, tenaga produksi tidak langsung (TTL), dan tenaga produksi langsung (TL).

Tenaga kerja, merupakan tenaga yang dibutuhkan untuk melaksanakan kegiatan administrasi. Tenaga administrasi ini jumlahnya tidak terlalu banyak dibanding tenaga produksi tidak langsung (TTL) maupun tenaga produksi langsung (TL), dengan kualifikasi pendidikan lulusan SLTA dan perguruan tinggi.

Tenaga produksi langsung jumlahnya lebih banyak dibanding dengan kedua tenaga lainnya. Dan sebagaian besar kualifikasi pendidikannya adalah lulusan SD, SLTA kejuruan sampai Diploma (D3).



Gambar. 2.1 Klasifikasi Tenaga Kerja

## 2. **Methode** (metode) :

Dalam pelaksanaan kerja diperlukan metode-metode kerja. Suatu tata cara kerja yang baik akan memperlancar jalannya pekerjaan. Sebuah metode dapat dinyatakan sebagai penetapan cara pelaksanaan kerja suatu tugas dengan memberikan berbagai pertimbangan-pertimbangan kepada sasaran, fasilitas-fasilitas yang tersedia dan penggunaan waktu, serta uang dan kegiatan usaha.

## 3. **Material** (Bahan) :

Bagi industri galangan kapal bahan baku merupakan elemen penting agar suatu proses produksi bisa terus berjalan. Kondisi material yang baik tidak terjadi cacat dan proses pengadaan yang baik akan memperlancar proses produksi, sehingga akan dapat meningkatkan produktivitas. Bahan baku dalam industri galangan kapal dibagi menjadi dua yaitu material pokok dan material bantu.

1. Material Pokok merupakan bahan baku yang diperlukan untuk mewujudkan hasil produksi, antara lain: pelat/profil baja, bahan poros, kayu, cat untuk pelindung karat dan cat warna, motor induk/bantu, permesinan, katup-katup, pipa, peralatan navigasi dan alat keselamatan jiwa di laut.
2. Material bantu merupakan bahan baku yang diperlukan untuk memproses material pokok untuk mewujudkan suatu hasil produksi, antara lain electrode las, gas oksigen, acetelyn cair, cat/kapur untuk penetera.

Dalam praktek terdapat sisa material yang kadang-kadang masih dapat digunakan sebagai material bagi suatu hasil produksi lain dilingkungan industri galangan kapal tersebut, misalnya sisa pelat baja dari pekerjaan konstruksi badan kapal bisa menjadi material untuk pembuatan flens pipa atau klem pipa dari sistem perpipaan kapal.

## 4. **Money** (Modal)

Pemodalan yang cukup dapat digunakan untuk pengadaan modal dalam proses produksi seperti mesin, gedung-gedung, peralatan dan perlengkapan lainnya yang akan dapat memperlancar proses produksi sehingga dapat meningkatkan produktivitas. Biaya (modal) dari suatu usaha terdiri dari biaya investasi dan biaya operasi. Biaya investasi

terdiri dari biaya pengadaan sistem (*hardware* dan *software*), training, pengembangan dan lingkungan.

#### 5. **Machine** (fasilitas dan peralatan)

Suatu industri galangan kapal memerlukan fasilitas yang berupa lahan dan perairan. Lahan tersebut digunakan untuk berbagai fasilitas utama, antara lain *building berth*, *graving dock*, perbengkelan, *workshop*, *block storage*, dan gedung perkantoran. Adapun area perairan digunakan fasilitas yang meliputi : *floating dock*, *floating crane* dan *working barge*.

Faktor produksi digolongkan ke dalam 3 tiga bagian (Baroroh, 2007):

1. Tenaga kerja atau sumber daya manusia yang bekerja di galangan
2. Peralatan dan perlengkapan yang dimiliki oleh galangan
3. Sistem-sistem yang dijalankan di galangan tersebut

### 3.5 Jenis Galangan Kapal

Galangan kapal pada dasarnya dapat dikelompokkan menjadi tiga jenis berdasarkan pekerjaan yang dilakukan (Bruce, 1999) yaitu:

- Galangan kapal untuk produksi kapal baru

Galangan yang hanya khusus untuk membangun kapal-kapal baru , jangka waktu pembangunan kapal baru relative panjang. Perbandingan antara volume pekerjaan dan tenaga kerja (JO) tidak selalu konstan. Diawal dan diakhir proses produksi jumlah pekerjaan lebih sedikit dibandingkan dengan jumlah tenaga kerja, hal ini menyebabkan galangan kapal kurang effisien, sehingga membutuhkan strategi khusus untuk membuat galangan kapal baru tetap berjalan.

- Galangan kapal untuk reparasi kapal

Galangan kapal yang khusus melakukan pekerjaan reparasi kapal, baik *annual repair* maupun *special repair*. Galangan kapal khusus reparasi dapat menerima pekerjaan beberapa kapal dalam kurun waktu yang relative singkat, karena pekerjaan reparasi biasanya membutuhkan 1 sampai 2 minggu untuk melakukan proses reparasi dan mengingat banyaknya kapal yang memerlukan jasa reparasi, maka galangan khusus reparasi lebih

terjamin kontinuitas kerjanya dibandingkan dengan galangan kapal proses pembanguna kapal baru.

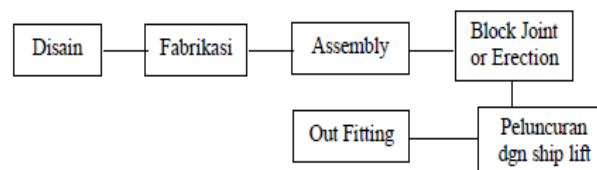
- Galangan kapal untuk reparasi dan produksi kapal baru

Galangan yang mempunyai aktifitas ganda yaitu proses bangunan baru dan reparasi kapal. Galangan jenis ini paling banyak terdapat di Indonesia, karena tenaga kerja yang tidak digunakan di bangunan baru dapat dialihkan untuk pekerjaan reparasi, jadi kontinuitas pekerjaan dan kelangsungan hidup galangan lebih terjamin.

Peningkatan daya saing galangan: harga jual kapal yang kompetitif, kecepatan proses dan mutu yang relatif baik, dan minimnya *rework* dan *scrap* (Bagyo,2010).

### 3.6 Pembangunan Kapal

Pembanguna kapal dilakukan dengan beberapa tahap diantaranya adalah dimulai dari tahap disain, fabrikasi, *assembly*, *block erection* dan peluncuran (*launching*).



Gambar. 2.2 Tahapan Pembuatan Kapal

Menurut (Moore, 1995), garis besar pembangunan kapal dapat dibagi menjadi dua tahap yaitu :

- a. Tahap desain

Pada tahap ini keinginan serta gagasan dari pemilik kapal (*owner*) dipelajari secara seksama berdasarkan data yang telah ada, kemudian dituangkan kedalam garis besar data sementara dari data kapal yang akan dibangun. Data ini biasanya berupa ukuran utama kapal seperti panjang, lebar, tinggi, sarat dan kapasitas kapal serta rute pelayaran.

- b. Tahap pembangunan fisik

Tahap ini merupakan tahap yang pengerjaannya membutuhkan waktu yang paling lama, karena apa yang telah dihitung dan digambarkan dalam desain kemudian diwujudkan dalam bentuk nyata.

Pada tahapan ini terdapat beberapa bagian yang dilakukan antara lain:

- Pembuatan lambung dan bangunan atas
- Pemasangan instalasi mesin dan mesin utama (*Main Engine*)
- Pemasangan mesin-mesin bantu (*Auxiliary Engine*)
- Pemasangan instalasi listrik (*Electrical*)
- Pemasangan instalasi pompa
- Pemasangan peralatan dan perlengkapan
- Peluncuran (*Launching*)

Galangan yang sudah menerapkan sistem ini salah satunya adalah PT. PAL Indonesia. Galangan PT. PAL INDONESIA (Persero) sebagai perusahaan galangan kapal memiliki aktivitas pelayanan untuk kegiatan-kegiatan usaha sebagai berikut :

1. Docking repair

PT PAL INDONESIA (Persero) dapat melayani perbaikan dan pemeliharaan kapal secara berkala di atas dok apung maupun di dok gali.

2. Floating Repair

PT PAL INDONESIA (Persero) melayani perbaikan dan pemeliharaan kapal atau *Offshore Construction* yang berada di laut.

3. New Building

Jasa pembangunan kapal-kapal baru seperti kapal komersil (Tanker, kapal container, BSBC, Chemical Tanker, Kapal penumpang, LNG, dll) dan kapal-kapal kecil lainnya seperti kapal ikan dan kapal tug boat, dll. Serta kapal khusus pesanan dari TNI AL berupa kapal perang diantaranya ( Kapal patroli FPB 57, Kapal LPD, dan Kapal patroli cepat).

4. Offshore Construction & Steel Fabrication

PT. PAL INDONESIA (persero) juga melayani pembangunan *living quarter* untuk keperluan Offshore mulai dari *Platform & Helipad*, pekerjaan fabrikasi dan perpipaan yang digunakan dalam bidang oil dan gas untuk daerah lepas pantai maupun di darat.

## 5. Design Engineering

Jasa penyediaan tenaga pembuatan desain kapal dengan didukung oleh teknologi canggih seperti CAD/CAM dari Tribon. PT. PAL Indonesia merupakan perusahaan perkapalan dengan bisnis utama yang bergerak melayani pembangunan kapal baru maupun perbaikan atau perawatan kapal. Proses produksi dalam melakukan pembangunan kapal baru terbagi beberapa tahap yang harus dijalankan secara urut. Produktivitas masing-masing tahap sangat mempengaruhi waktu penyelesaian pekerjaan dan biaya produksi kapal tersebut. PT. PAL Indonesia juga merupakan galangan yang menerapkan konsep pembangunan kapal secara modern dengan fasilitas yang dimiliki yang dikenal dengan FOBS (*Full Outfitting Block System*).

Struktur organisasi di PT. PAL Indonesia (Persero) terdiri dari 5 (lima) Direktorat dan 14 Divisi didalam perusahaan ada pada Tabel 2.2:

Tabel II.2 Daftar Divisi

No	Nama Divisi	No	Nama Divisi
1.	Pemasaran dan Penjualan	8.	Akutansi
2.	Teknologi	9.	Jaminan Kualitas dan Standarisasi
3.	Kapal Perang	10.	Pengadaan dan Pergudangan
4.	Kapal Niaga	11.	Kawasan Perusahaan
5.	General Engineering	12.	Pembinaan Organisasi dan SDM
6.	Pemeliharaan dan Perbaikan	13	Satuan Pengawasan Intern
7.	Perbendaharaan	14.	Sekretaris

Dari semua divisi yang ada di PT. PAL Indonesia mempunyai tugas dan fungsi masing-masing dalam menjalankan proses bisnis perusahaan. Setiap divisi dipimpin oleh seorang kepala divisi yang mana akan mempunyai anggota yang disebut seorang kepala departemen dan kepala departemen akan mempunyai anggota seorang kepala biro yang bertugas untuk membantu dalam kegiatan pekerjaan.



Data kapal yang telah dibangun di PT. PAL Indonesia ada pada Tabel 2.3:

Tabel II.3 Daftar pembangunan kapal di PT. PAL Indonesia

No	Nama	Jenis kapal	LPP	B	H	T	Cb	M/E
1	M000241	Chemical Tanker	162	27.4	13	7.5	0.781	-
2	M000242	Chemical Tanker	162	27.4	13	7.5	0.781	-
3	M000271	Oil Tanker	149.5	27.7	12	7	0.81	Stx Ltd
4	M000272	Oil Tanker	149.5	27.7	12	7	0.81	Stx Ltd
5	M000276	Kapal Tunda	26.5	9	4.5	3.5	-	2400 HP
6	M000277	Kapal Tunda	26.5	9	4.5	3.5	-	2400 HP

(Sumber: PT. PAL Indonesia, 2013)

Berdasarkan dari penelitian sebelumnya (Arif, 2014) perhitungan CGT dari PT. PAL dimana dihitung dengan cara menghitung volume kapal, GT kapal sehingga didapatkan CGT kapal yang dibangun pada Tabel 2.4:

$$CGT = A * GT^B \quad (2.2)$$

Table II.4 Perhitungan CGT PT. PAL Indonesia

No	Nama	Jenis Kapal	Volume	K1	GT	A	B	CGT
1	M000241	Chemical Tanker	45067.14	0.293077	13208.15	84	0.55	15514.66
2	M000242	Chemical Tanker	45067.14	0.293077	13208.15	84	0.55	15514.66
3	M000271	Oil Tanker	40251.98	0.292096	11757.43	48	0.57	10030.43
4	M000272	Oil Tanker	40251.98	0.292096	11757.43	48	0.57	10030.43
5	M000276	Kapal Tunda	-	-	198	46	0.62	1220.929
6	M000277	Kapal Tunda	-	-	198	46	0.62	1220.929
<b>Total</b>								53,532.04

(Sumber : PT. PAL Indonesia, 2013)

Sehingga CGT pembangunan kapal di PT. PAL adalah sebesar 53.532.04 CGT dalam empat tahun terakhir. Divisi Kapal Niaga (DKN) pada struktur organisasi dari PT. PAL Indonesia, bersama dengan divisi kapal perang (DKP), merupakan bagian dari Divisi Pelaksana Produksi. Dalam melaksanakan pekerjaan pembangunan kapal baru, DKN juga memerlukan informasi dan dukungan dari divisi atau departemen lain. Oleh karena itu keberhasilan pekerjaan divisi kapal niaga sangat dipengaruhi oleh baiknya kerjasama, koordinasi dan komunikasi antara unit kerja terkait.

## 2.7 Jembatan

Jembatan adalah suatu konstruksi yang fungsinya meneruskan jalan melalui suatu rintangan yang berada lebih rendah. Rintangan ini biasanya jalan lain berupa jalan air atau lalu lintas biasa. Jembatan yang berada diatas jalan lalu lintas biasanya disebut *viaduct*. Jembatan dapat digolongkan sebagai berikut (Struyk, 1995) :

1. Jembatan – jembatan tetap.
2. Jembatan – jembatan dapat digerakkan.

Kedua golongan jembatan tersebut dipergunakan untuk lalu lintas kereta api dan lalu lintas biasa (Struyk, 1995).

*Golongan I* dapat dibagi-bagi dalam:

- a. Jembatan kayu, melulu untuk lalu-lintas biasa pada bentangan kecil dan untuk jembatan pembantu.
- b. Jembatan baja, terbagi atas:
  1. Jembatan yang sederhana dimana lantai kendaraannya langsung berada diatas gelagar-gelagar. Untuk gelagar-gelagar itu dipergunakan gelagaryang dikonstruir atau gelagar-gelagar canai.
  2. Jembatan-jembatan gelagar kembar; digunakan untuk lalu-lintas kereta api dengan batang rel diantara balok-balok
  3. Jembatan dengan pemikul lintang dan pemikul memanjang; gelagar induknya ialah gelagar dinding penuh yang dikonstruir atau gelagar pekerjaan vak (perakitan konstruksi bagian jembatan).
  4. Jembatan pelengkungan.
  5. Jembatan gantung.
- c. Jembatan-jembatan dari beton bertulang; dalam golongan ini termasuk juga, jembatan-jembatan yang gelagar-gelagarnya di dalam beton.
- d. Jembatan batu, hamper tidak ada kecualinya dipergunakan untuk lalu-lintas biasa.

*Golongan II* dapat dibagi dalam:

- a. Jembatan-jembatan yang dapat berputar diatas poros mendatar, yaitu:

1. Jembatan-jembatan angkat.
  2. Jembatan-jembatan baskul.
  3. Jembatan lipat strauss.
- b. Jembatan yang dapat berputar di atas poros mendatar juga termasuk poros-poros yang dapat berpindah sejajar dan mendatar, seperti apa yang dinamakan jembatan-jembatan baskul berroda.
- c. Jembatan-jembatan yang dapat berputar atas suatu poros tegak, atau jembatan-jembatan putar.
- d. Jembatan yang dapat berkisar ke arah tegak lurus atau mendatar.
1. Jembatan angkat.
  2. Jembatan berroda
  3. Jembatan gojah atau *ponts transbordeur*.

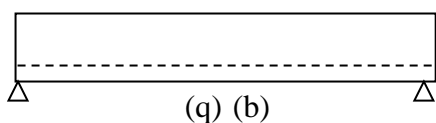
Untuk jembatan-jembatan tersebut dalam golongan ini terutama digunakan konstruksi-konstruksi baja. Dilaksanakan sebagai gelagar dinding penuh atau sebagai pekerjaan vak (perakitan konstruksi bagian jembatan).

Pemberian nama pada bentuk-bentuk konstruksi setiap jembatan umumnya dapat dibedakan (Struyk, 1995):

1. Bangunan bawah, ialah konstruksi yang langsung berdiri diatas dasar tetap. Dengan ini termasuk pangkal jembatan kuk dan pancang. Bahan-bahannya adalah kayu, batu atau beton, sekali-kali baja. Kadang-kadang pancang-pancangnya merupakan satu kesatuan dengan konstruksi yang langsung mendukung lalu-lintas, sehingga yang termasuk bangunan bawah tinggal terbatas pada landasan dari titik tumpu.
2. Bangunan atas yang pada umumnya terdiri atas:
  - a. Gelagar-gelagar induk, terbentang dari titik tumpu ke titik tumpu.
  - b. Konstruksi tumpuan di atas pangkal jembatan kuk atau pancang.
  - c. Konstruksi dari rantai kendaraan dengan apa yang diperlukan untuk itu pemikul lintang dan pemikul memanjang yang disambung dengan gelagar-gelagar induk.
  - d. Pertambahan lintang dan pertambahan memanjang.

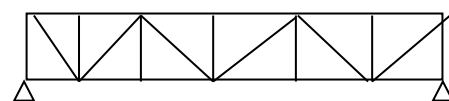
Pembagian jembatan berdasarkan bangunan atas, pelaksanaan bangunan atas kita ketahui:

- a) Jembatan balok. Tanda utama dari jembatan balok ini ialah bahwa pada beban tegak lurus juga timbul reaksi-reaksi tumpuan tegak lurus. Macam-macam jembatan balok digambarkan sebagai berikut: gambar. (a) – (l) dan gambar. (a) menggambarkan suatu jembatan baja berdinding penuh, gambar-gambar (b) – (j) adalah jembatan pekerjaan vak, gambar (k) suatu jembatan balok pembagi empat, dan gambar (l) suatu jembatan dengan bentang lengkung yang diperteguh atau jembatan Langerse.
- b) Jembatan lengkung. Jembatan ini mengadakan reaksi tumpuan yang arahnya seseorang pada beban tegak lurus. Gaya-gaya uraian mendatar seiring menimbulkan pada bangunan bawah suatu tekanan tinggi yang pada 22rapezi yang kurangteguh umumnya oleh bangunan bawah tidak dapat diterima jika tidak dengan pertolongan konstruksi-konstruksi yang mahal. Jika terpaksa pula membuat jembatan lengkung maka kedua gaja uraian mendatar itu dapat ditahan oleh batang tarik atau ban tarik yang juga menghubungkan kedua ujung gelagar. Biasanya batang tarik itu dipasang didalam konstruksi lantai.
- c) Jembatan-jembatan gantung. Disini konstruksi pendukung terdiri dari pada kabel-kabel k (gambar. (q)), yang terbentang di atas menara-menara T dan dijangkarkan pada landasan-landasan F. pda kabel-kabel pendukung ini digantungkan geladak jembatan dengan menggunakan kabel-kabel gantung h. lebih merata pada kabel-kabel gantung, hingga perubahan bentuk jembatan waktu perbeban mobil tadi dapat dibatasi. Jembatan gantung terutama digunakan dimana terdapat dasar batu karang. Pda dasar yang kurang baik diperlukan konstruksi landasan yang mahal, untuk dapat meneruskan gaya kabel yang besar itu dengan lain kata untuk membebaskan landasan-landasan dari pada komponen-komponen mendatar dari gaya kabel, maka kabel-kabel itu dijangkarkan pada ujung-ujung gelagar penegar (gambar. ®).

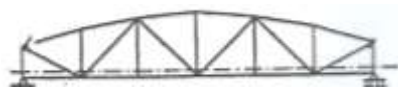


(q) (b)

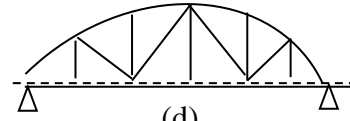
Gelagar parallel berdinding penuh



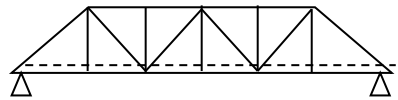
Gelagar jajar



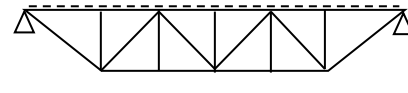
(c)  
Gelagar Trapesium



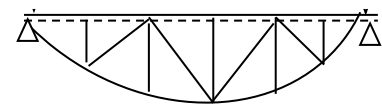
(d)  
Gelagar Parabola



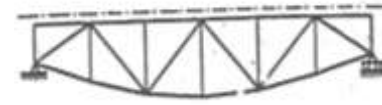
(e)  
Gelagar setengah parabola



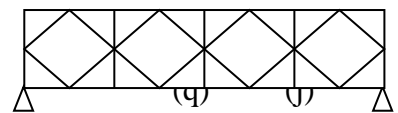
(f)  
Gelagar 23trapezium



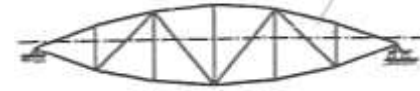
(g)  
Gelagar parabola



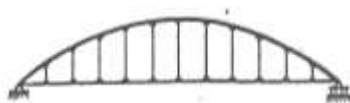
(h)  
Gelagar setengah parabola



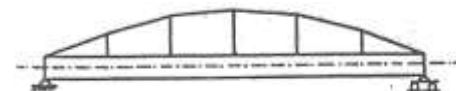
(i)  
Pekerjaan vak belah



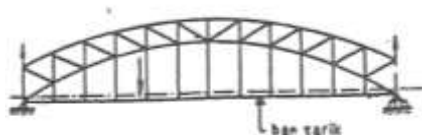
(j)  
Gelagar berbentuk ikan



(k)  
Gelagar pembagi empat



(l)  
Jembatan Langerse



(m)  
Jembatan busur berlantai kendaraan rendah



(n)  
Jembatan busur berlantai kendaraan terbenam



(o)  
Jembatan busur berengsel tiga



(p)  
Jembatan busur berlantai kendaraan tinggi



(q)  
Jembatan gantung



(r)  
Jembatan gantung

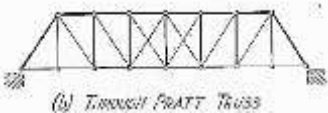
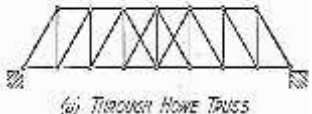
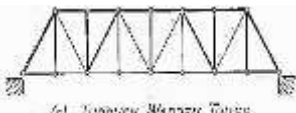


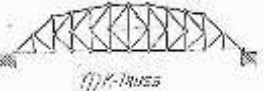
Gambar 2.3 Macam-macam jembatan

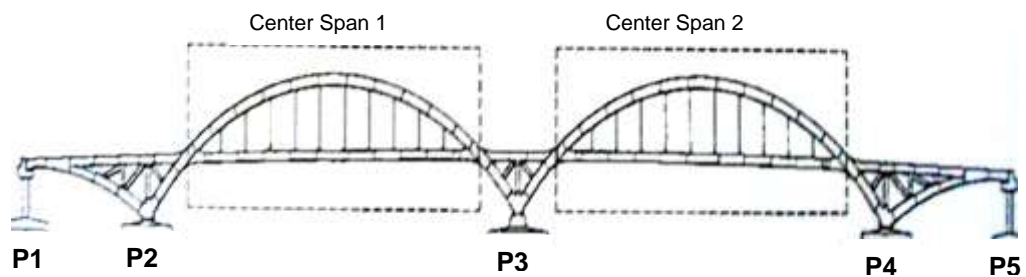
Jembatan rangka baja adalah struktur jembatan yang terdiri dari rangkaian batang – batang baja yang dihubungkan satu dengan yang lain. Beban atau muatan yang dipikul oleh struktur ini akan diuraikan dan disalurkan kepada batang – batang baja struktur tersebut, sebagai gaya – gaya tekan dan tarik, melalui titik – titik pertemuan batang (titik buhul). (Asiyanto,2008).

### 2. 7.1. Jembatan Rangka (*truss bridge*)

Jembatan rangka baja adalah struktur jembatan yang terdiri dari rangkaian batang – batang baja yang dihubungkan satu dengan yang lain. Beban/muatan yang dipikul oleh struktur ini akan diuraikan dan disalurkan kepada batang – batang baja struktur tersebut, sebagai gaya – gaya tekan dan tarik, melalui titik – titik pertemuan batang (titik buhul) (Asiyanto, 2008). Ada banyak tipe jembatan rangka.

Tabel II.5 Tipe dan konfigurasi jembatan:

Type	Konfigurasi	Material	Keterangan
Pratt	 (b) THROUGH PRATT TRUSS	Baja	Sering digunakan lebih banyak dimasa lampau dari pada tipe-tipe rangka lainnya, bentang maksimal 200 ft (61 m)
Howe	 (c) THROUGH HOWE TRUSS	Baja	Sering digunakan dimasa lampau tetapi sangat sedikit digunakan sekarang
Warren	 (c) THROUGH WARREN TRUSS	Baja	Sangat umum, untuk bentang maksimal 200 ft (61 m)
Parker		Baja	Untuk bentang diatas 180 ft (55 m) atau 200 ft (61 m) sampai 350 ft atau 360 ft, lebih ekonomis
Baltimore	 (b) THROUGH BALTIMORE TRUSS	Baja	Digunakan untuk bentang diatas 300 ft (91 m)
“K” truss	 (f) K-TRUSS	Baja	Digunakan untuk bentang diatas 300 ft (91 m)



Gambar.2.4 Tipe Jembatan Baja yang dibangun

Jembatan baja lengkung (*arch bridge*) atau jembatan pelengkung adalah struktur setengah lingkaran dengan abutmen di kedua sisinya. Desain pelengkung (setengah lingkaran) secara alami akan mengalihkan beban yang diterima lantai kendaraan jembatan menuju ke abutmen yang menjaga kedua sisi jembatan agar tidak bergerak kesamping. Ketika menahan beban akibat berat sendiri dan beban lalu lintas, setiap bagian pelengkung menerima gaya tekan, karena alasan itulah jembatan pelengkung harus terdiri dari material yang tahan terhadap gaya tekan. Jembatan pelengkung seperti jembatan balok bentang dari jembatan pelengkung juga dibatasi hingga 50 sampai 150 m.

Bentuk melengkung dari struktur memungkinkan berat sendiri struktur disalurkan ke pondasi sebagai gaya normal tekan tanpa lenturan. Hal ini sangat penting untuk material pasangan batu dan beton yang memiliki kuat tekan relatif sangat tinggi dibandingkan kuat tariknya, bahan tersebut juga memiliki kekakuan yang sangat besar sehingga faktor tekukan akibat gaya aksial tekan tidak menjadi masalah utama.

Tabel II.6 Spesifikasi jembatan

No.	Nama	Keterangan
1	Jenis Material	SM490YB
2	Rules standard	AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials)
3	Standard pengelasan	AWS. D1.5
4	Jenis pengelasan	GMAW
5	Center Span (bentangan)	120 meter
6	Lebar jembatan	21 meter

Penemuan jembatan pertama didasarkan pada pengamatan manusia fenomena alam, dan praktik. Jembatan lengkung itu berdasarkan lengkungan, yang merupakan salah satu bentuk yang paling umum di alam (Jielian Zheng, 2017). Desain dan tipe kesamaan jembatan yang dibangun bisa dikaji dengan pendekatan dalam tiga aspek yaitu: kelas pola (*pattern classes*), tingkat kesamaan (*degree of similarity*), dan metode pencocokan (*matching methods*) (Manfaat, 2013). Rangka jembatan yang merupakan struktur utama yang mendukung seluruh beban yang bekerja pada struktur jembatan rangka baja, baik beban eksternal maupun beban akibat berat sendiri yang diterima batang-batang pada rangka sehingga mengalami tarikan aksial (gaya tarik) dan tekan aksial (gaya tekan). Rangkaian jembatan terdiri dari gelagar utama (*main girder*), gelagar melintang (*cross girder*), baja penopang (*stringer*), ikatan (*bracing*), *hangers*, konstruksi atas memanjang (*box*), konstruksi atas melintang (*frame*).

Jalan merupakan alat penghubung antara daerah yang penting sekali bagi penyelenggaraan pemerintah, ekonomi kebutuhan sosial, perniagaan, kebudayaan, pertahanan. Peranan jembatan yang sangat penting dalam sistem transportasi yang ada, maka jembatan harus kita buat cukup kuat dan tahan, tidak mudah rusak. Kerusakan pada jembatan dapat menimbulkan gangguan terhadap kelancaran lalu lintas jalan, terlebih – lebih di jalan yang lalu lintasnya padat seperti di jalan utama, di kota, dan di daerah ramai lainnya. Kemacetan lalu lintas dalam kota bisa terjadi karena adanya suatu perbaikan jembatan.

Baja konstruksi juga memiliki keuntungan dan kelemahan diantaranya adalah sebagai berikut: (Charles, 1990).

1. Keuntungan baja adalah keseragaman bahan dan sifat – sifatnya yang dapat diduga secara cukup tepat. Kestabilan dimension, kemudahan pembuatan yang dapat mengikuti bentuk-bentuk arsitektur, dan cepatnya pelaksanaan juga merupakan hal – hal yang menguntungkan dari baja struktur ini.

2. Kelemahan baja adalah mudahnya bahan ini mengalami korosi (tidak semua jenis baja) dan berkurangnya kekuatan pada temperatur tinggi.

Pembangunan jembatan baja mempunyai perbedaan dengan pembangunan sebuah kapal, meskipun mempunyai kesamaan dalam hal material yang sama



terbuat dari baja. Beberapa perbedaan dalam produksi jembatan dan kapal diantaranya:

Tabel II.7 Perbedaan antara produksi jembatan dan kapal

No.	Nama	Jembatan	Kapal
1.	Standard	AASHTO, AWS D1.5	IACS, SOLAS,AWS
2.	Komponen Pembangun	Tidak banyak variasi bentuk dan komponen	Banyak variasi bentuk dan komponen
3.	Waktu Pengerjaan	Cepat dan mudah	Lama dan sulit
4.	Metode Pembangunan	Berurutan	<i>Spiral Design</i>
5.	Tipe Sambungan	Sistem baut dan Pengelasan	Pengelasan
6.	Metode Erection	Perancah, <i>Cantilever</i> , dan <i>Launching</i>	<i>FOBS (Full Outfitting Block System).</i>
7.	Biaya yang dikeluarkan	Sesuai dengan jenis material yang digunakan	Sesuai dengan tipe dan ukuran kapal

1. Standar yang digunakan dalam produksi jembatan adalah menggunakan standar AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Officials*) dan AWS D1.5 yang merupakan standar khusus yang digunakan untuk pembangunan jembatan, sedangkan untuk kapal menggunakan IACS (*The International Association of Classification Societies*) dan SOLAS (*Safety of Life at Sea*), sedangkan pengelasan AWS.
2. Komponen untuk pembangunan jembatan tidak terlalu banyak bervariasi, sehingga mudah dan cepat dalam proses pengerjaan. Sedangkan untuk kapal mempunyai banyak variasi, sehingga pengerjaan relative lama dan sulit.
3. Metode pembangunan pada jembatan mempunyai metode berurutan yang secara berkelanjutan, sedangkan untuk kapal metode yang digunakan berupa *spiral design* dimana dari *concept design*, *preliminary design*, *contract design* dan *detail design* diulang-ulang.
4. Tipe sambungan dari jembatan baja menggunakan sistem baut dan pengelasan yang merupakan sistem kombinasi, sedangkan untuk kapal tipe sambungan berupa pengelasan.
5. Metode erection atau penyambungan jembatan yaitu perancah, cantilever, dan launching. Kapal menggunakan sistem penyambungan blok atau FOBS.

## **2.8 Kajian Teknis**

Dalam analisis teknis dilakukan beberapa analisis mengenai perencanaan proses fabrikasi, fasilitas produksi, perencanaan pekerja, perencanaan jadwal proses pekerjaan dan proses pengkapalan setelah dilakukan proses fabrikasi dari bengkel menuju barge.

Proses produksi adalah merupakan suatu cara, metode, maupun teknik bagaimana penambahan manfaat atau penciptaan faedah baru, dilaksanakan dalam perusahaan. Manajemen produksi merupakan salah satu bagian dari bidang manajemen yang mempunyai peran dalam mengoordinasikan berbagai kegiatan untuk mencapai tujuan. Manajemen produksi menyangkut pengambilan keputusan yang berhubungan dengan proses produksi untuk mencapai tujuan organisasi atau perusahaan.

Perencanaan produksi bertujuan agar dilakukannya persiapan yang sistematis bagi produksi yang akan dijalankan. Keputusan yang harus dihadapi dalam perencanaan produksi:

- a. Jenis barang yang diproduksi
- b. Kualitas barang
- c. Jumlah barang
- d. Bahan baku

Pengendalian produksi bertujuan agar mencapai hasil yang maksimal demi biaya seoptimal mungkin. Kegiatan yang dilakukan antara lain:

- a. Menyusun perencanaan
- b. Membuat penjadwalan kerja
- c. Menentukan kepada siapa barang akan dipasarkan.

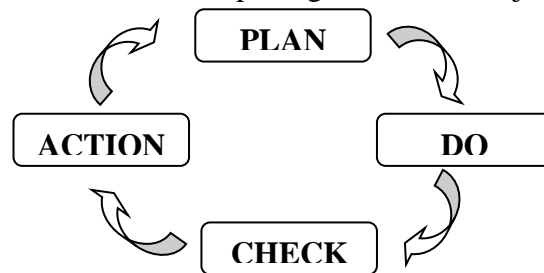
Pengawasan produksi bertujuan agar pelaksanaan kegiatan dapat berjalan sesuai dengan rencana. Kegiatannya meliputi:

- a. Menetapkan kualitas
- b. Menetapkan standar barang
- c. Pelaksanaan produksi yang tepat waktu

Perusahaan memerlukan cara menilai sistem manajemen secara keseluruhan, dalam arti bagaimana sistem tersebut mempengaruhi setiap proses

dan setiap karyawan serta diperluas pada setiap produk dan pelayanan untuk mendapatkan kualitas yang baik.

**PDCA** atau yang sering disebut juga dengan *Deming Circle/Deming Cycle/Wheel*, *Shewhart Cycle*, *control circle/cycle*, dan *Plan Do Study Act* (PDSA) adalah sebuah metode manajemen empat langkah iteratif yang digunakan pada proses bisnis untuk kontrol dan peningkatan berkelanjutan dari proses dan produk.



Gambar.2.5 PDCA cycle

Lingkaran Pengendalian Management (*Management Cycle*)

1. P (Plan atau Perencanaan)

artinya merencanakan sasaran (goal) dan proses apa yang dibutuhkan untuk menentukan hasil yang sesuai dengan spesifikasi tujuan yang ditetapkan. plan ini harus diterjemahkan secara detil dan per sub-sistem.

- a. Perencanaan ini dilakukan untuk mengidentifikasi sasaran dan proses dengan mencari tahu hal-hal apa saja yang tidak beres kemudian mencari solusi atau ide-ide untuk memecahkan masalah ini. Tahapan yang perlu diperhatikan, antara lain: mengidentifikasi pelayanan jasa, harapan, dan kepuasan pelanggan untuk memberikan hasil yang sesuai dengan spesifikasi. Kemudian mendeskripsikan proses dari awal hingga akhir yang akan dilakukan. Memfokuskan pada peluang peningkatan mutu (pilih salah satu permasalahan yang akan diselesaikan terlebih dahulu). Identifikasikanlah akar penyebab masalah. Meletakkan sasaran dan proses yang dibutuhkan untuk memberikan hasil yang sesuai dengan spesifikasi.
- b. Mengacu pada aktivitas identifikasi peluang perbaikan dan/ atau identifikasi terhadap cara-cara mencapai peningkatan dan perbaikan.
- c. Terakhir mencari dan memilih penyelesaian masalah.

## 2. D (Do atau Kerjakan)

artinya melakukan perencanaan proses yang telah ditetapkan sebelumnya. ukuran-ukuran proses ini juga telah ditetapkan dalam tahap plan. dalam konsep *do* ini kita harus benar-benar menghindari penundaan, semakin kita menunda pekerjaan maka waktu kita semakin terbuang dan yang pasti pekerjaan akan bertambah banyak..

- a. Implementasi proses. Dalam langkah ini, yaitu melaksanakan rencana yang telah disusun sebelumnya dan memantau proses pelaksanaan dalam skala kecil (proyek uji coba).
- b. Mengacu pada penerapan dan pelaksanaan aktivitas yang direncanakan.

## 3. C (Check atau Evaluasi)

Artinya melakukan evaluasi terhadap sasaran dan proses serta melaporkan apa saja hasilnya. Kita mengecek kembali apa yang sudah kita kerjakan, sudahkah sesuai dengan standar yang ada atau masih ada kekurangan.

- a. Memantau dan mengevaluasi proses dan hasil terhadap sasaran dan spesifikasi dan melaporkan hasilnya.
- b. Dalam pengecekan ada dua hal yang perlu diperhatikan, yaitu memantau dan mengevaluasi proses dan hasil terhadap sasaran dan spesifikasi.
- c. Teknik yang digunakan adalah observasi dan survei. Apabila masih menemukan kelemahan-kelemahan, maka disusunlah rencana perbaikan untuk dilaksanakan selanjutnya. Jika gagal, maka cari pelaksanaan lain, namun jika berhasil, dilakukan rutinitas.
- d. Mengacu pada verifikasi apakah penerapan tersebut sesuai dengan rencana peningkatan dan perbaikan yang diinginkan.

## 4. A (Act atau Menindaklanjuti)

artinya melakukan evaluasi total terhadap hasil sasaran dan proses dan menindaklanjuti dengan perbaikan-perbaikan. jika ternyata apa yang telah kita kerjakan masih ada yang kurang atau belum sempurna, segera melakukan action untuk memperbaikinya. proses act ini sangat penting artinya sebelum kita melangkah lebih jauh ke proses perbaikan selanjutnya.

- a. Menindaklanjuti hasil untuk membuat perbaikan yang diperlukan. Ini berarti juga meninjau seluruh langkah dan memodifikasi proses untuk memperbaikinya sebelum implementasi berikutnya.
- b. Menindaklanjuti hasil berarti melakukan standarisasi perubahan, seperti mempertimbangkan area mana saja yang mungkin diterapkan, merevisi proses yang sudah diperbaiki, melakukan modifikasi standar, prosedur dan kebijakan yang ada, mengkomunikasikan kepada seluruh staf, pelanggan dan supplier atas perubahan yang dilakukan apabila diperlukan, mengembangkan rencana yang jelas, dan mendokumentasikan proyek. Selain itu, juga perlu memonitor perubahan dengan melakukan pengukuran dan pengendalian proses secara teratur.

## **2.8. 1 Dasar-dasar Manajemen Galangan**

Pengendalian produksi yang dipakai sebagai dasar adalah management waktu dimana management waktu dapat didefinisikan sebagai berikut: management waktu adalah management yang digunakan untuk pengendalian suatu pekerjaan atau suatu cara pengaturan waktu secara efektif dan efisien sedangkan tujuan management waktu adalah untuk meningkatkan kemampuan pemanfaatan waktu secara efektif dan efisien dalam melaksanakan pekerjaan sasarannya adalah penendalian waktu penyerahan atau delivery, mencapai kualitas kerja, mencapai keuntungan bila memungkinkan peningkatan produktivitas. Untuk dapat mengetahui berjalannya management di suatu perusahaan harus dilaksanakan suatu pengendalian *management*. ([www.scribd.com](http://www.scribd.com))

Empat sumber utama yang tersedia pada galangan kapal untuk membangun kapal adalah tenaga kerja, material, fasilitas, dan waktu. Penganggaran adalah proses untuk menentukan penggunaan tiap-tiap sumber dalam waktu yang telah ditentukan dengan jumlah yang direncanakan. Proses yang berulang-ulang ini adalah sebagian dari suatu perencanaan. Schedule atau penjadwalan adalah penentuan urutan dari suatu pekerjaan yang akan kita laksanakan dengan periode atau lama waktu pekerjaan tertentu. Dalam suatu

pembuatan jadwal/schedule tertentu harus berpedoman dari sumber-sumber management 5 M diantaranya:

1. *Man*, harus diperhitungkan kebutuhan tenaga untuk menyelesaikan suatu pekerjaan karena perencanaan tenaga akan mengakibatkan target pelaksanaan pekerjaan tidak terpenuhi atau menyebabkan terjadinya tenaga yang tidak berlebihan. Selain dari pada itu juga harus diperhitungkan kebutuhan tenaga tiap trep atau keahlian untuk tiap-tiap pekerjaan pada suatu periode.
2. *Money*, berapa kebutuhan biaya atau dana untuk menyelesaikan proyek tersebut dan dari mana biaya tersebut diperoleh.
3. *Material*, dari spesifikasi suatu proyek dapat diestimasikan jumlah material atau bahan baku yang dibutuhkan untuk proyek tersebut.
4. *Machine*, dalam perencanaan suatu proyek juga harus dilihat atau diperhitungkan mesin atau fasilitas yang dimiliki dari rencana atau invesatasi mesin dari masa yang akan datang.
5. *Method*, untuk membangun suatu proyek sistem atau metode dari pemabangunan juga memperhitungkan metode yang akan digunakan untuk menyelesaikan proyek tersebut.

Fungsi schedule adalah agar proses produksi dapat berjalan dengan lancar sesuai waktu yang telah direncanakan. Ada beberapa tipe schedule diantaranya: ([www.scribd.com](http://www.scribd.com))

- a. *Mesin schedule*, yaitu suatu jadwal atau penentuan urutan pekerjaan yang akan dilaksanakan berdasarkan kerja mesin.
- b. *Order schedule*, suatu jadwal atau penentuan urutan kerja yang akan dilaksanakan berdasarkan pesanan atau penentuan order.
- c. *Gapped schedule*, yaitu suatu jadwal atau penentuan urutan pekerjaan yang akan dilaksanakan berdasarkan suatu pesanan atau order dan sumber-sumber managementnya terbatas.
- d. *Over Lapped Schedule*, suatu jadwal atau penentuan urutan pekerjaan yang akan dilaksanakan berdasarkan suatu pesanan atau order dan sumber-sumber managementnya mencukupi. Monitoring atau pengecekan suatu

jadwal sebaiknya dibuat secara rutin atau periodic minimal mingguan atau bulanan.

Dalam pembangunan kapal di galangan dari awal pengadaan material sampai dengan proses pembangunan, pihak galangan akan memberikan informasi berupa progress laporan pembangunan kapal yang sedang dilaksanakan dimana progress tersebut berupa laporan grafik kemajuan dari pembangunan yang biasa disebut dengan kurva-s (*s-curve*) yang berisikan tentang prosentase kemajuan pembangunan yang sedang berjalan, jumlah material yang terserap maupun yang akan diperlukan, dan pekerjaan yang sedang dilakukan oleh galangan. Kurva-S merupakan indicator dari schedule dari pembangunan kapal yang telah dilakukan dari awal sampai proses penyerahan (*delivery*), sehingga dengan demikian pemantauan dari setiap kegiatan dapat memberikan informasi details terhadap kinerja yang dilaksanakan.

### **2.8.2 Perencanaan Proses Produksi**

Galangan harus mampu membuat rencana kerja yang dapat mengoptimalkan pekerjaannya pada saat melakukan suatu proses produksi dimana pada suatu saat tertentu memerlukan jumlah pekerja yang sangat besar (Supomo, 2008). Dalam proses produksi diperlukan urutan proses pembuatan dari bahan mentah untuk diproses menjadi produk akhir, dalam pembangunan jembatan dokumen yang diperlukan antara lain adalah *Fabrications Order* (FO), *Materials Order* (MO), *Shop Drawing Fabrication*, *Bill of Quantity or Assembling Fabrication Program*, *Time Schedule Project*, *Cutting and Drilling Materials Component*, *Assembling*, *Welding and Finishing Fabrication Process*, *Quality Control Progress*, *Shotblast or Sandblast and Painting Progress*, *Packing and Delivery Document*. (<https://fabrikasikonstruksibaja.wordpress.com>)

### **2.8. 3 Fasilitas Produksi**

Dalam proses pembangunan kapal, perencanaan fasilitas merupakan perihal yang sangat penting. Pengambilan keputusan pemilihan mesin serta jumlahnya harus berdasarkan pada pertimbangan kelayakan pemenuhan kapasitas produksi. Selain itu pemilihan mesin atau peralatan produksi yang tepat juga akan

menghasilkan tata letak galangan kapal yang baik. Dalam proses penentuan jumlah mesin yang dibutuhkan ada beberapa variabel yang harus diperhatikan, yaitu:

- Volume produksi yang harus tercapai  
Merupakan beban kerja yang harus dilaksanakan oleh galangan kapal sesuai dengan total berat kebutuhan material baja untuk proses pembangunan jembatan.
- Waktu kerja standard untuk proses operasi yang berlangsung  
Dalam perencanaan mesin yang dibutuhkan variabel jam operasi kerja mesin.
- Faktor efisiensi jam kerja  
Harga umum yang diambil untuk efisiensi jam kerja berkisar antara 0.8 – 0.9

Dengan spesifikasi kerja mesin yang ada dalam proses produksi, maka efisiensi kinerja mesin dapat menentukan produktifitas kerja, dengan menggunakan formula nilai efisiensi sebagai berikut (Wignjosoebroto, 1991):

$$E = \frac{1 - DT + ST}{D} \quad (2.3)$$

Dimana :

E = Faktor efisiensi kerja pada sebuah mesin

DT = Down time dari sebuah mesin setiap harinya (menit)

ST = Set – up time untuk setiap proses operasi (menit)

D = Jam operasi kerja mesin yang tersedia setiap harinya (menit)

Kebutuhan jumlah mesin dalam mencukupi proses produksi dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$N = \frac{T \times P}{60 \times D.E} \quad (2.4)$$

Dimana :

N = Jumlah mesin yang dibutuhkan untuk operasi produksi

P = Jumlah beban kerja mesin perhari (Ton/hari)

T = Total waktu yang dibutuhkan mesin untuk beroperasi (Menit/ton)



D = Jam operasi kerja mesin yang tersedia (Jam)

E = Faktor efisiensi kerja mesin, harga yang diambil 0,8

Kebutuhan jumlah mesin yang digunakan dengan menggunakan pendekatan yang

#### 2.8. 4 Penentuan Jumlah Fasilitas Produksi

Fasilitas produksi yang ada di dalam galangan meliputi antara lain:

a) Material Handling

*Overhead crane* digunakan untuk material handling mengangkat material bahan baku berupa material plat, pipa, jig, profil dan peralatan berat sesuai kapasitas crane yang dimiliki dari satu tempat ke tempat yang lainnya.



Gambar 2.6 Overhead Crane  
(Sumber : PT.PAL Indonesia)

*Forklift* digunakan untuk mobilitas material yang lebih bebas pada material plat, pipa atau profil.



Gambar 2.7 Forklift  
(Sumber : <https://saranalifting.com/forklift>)

*SPMT (Self Propelled Modular Transporter)* adalah peralatan *material handling* yang digunakan untuk mengangkut platform dengan bobot yang besar dengan sistem hidrolik independen yang otomatis untuk mengontrol ketinggian roda. Ada 4 baris poros dan 6 baris poros. Standar beban setiap baris poros adalah lebih dari 30 tons.



Gambar 2.8 SPMT Transporter  
(sumber: [www.pandamech.en.alibaba.com](http://www.pandamech.en.alibaba.com))

b) Fabrication shop

*Bending machine* atau mesin tekuk plat digunakan untuk proses pekerjaan bending untuk profil agar sesuai dengan bentuk yang direncanakan.



Gambar 2.9 Bending Machine  
([www.durmark-machinery.com](http://www.durmark-machinery.com))

*Welding machine* digunakan untuk menyambung material berupa plat, profil ataupun pipa.



Gambar 2.10 Welding machine  
([www.indiamart.com](http://www.indiamart.com))

*CNC Plasma Cutting* Mesin ini digunakan untuk proses pekerjaan pemotongan plat kapal sesuai dengan pola dan bentuk yang diinput dari dalam program computer berupa gambar.



Gambar 2.11 CNC Plasma Cutting  
([www.indiamart.com/](http://www.indiamart.com/))

c) Assembly shop

*Jig / Landasan Assembly* Digunakan sebagai landasan atau dudukan ketika akan merakit atau proses *assembly* blok atau modul. Alat ini dibuat sesuai dengan kapasitas beban yang akan ditopang oleh landasan yang telah dibuat dan memiliki bentuk dan kekuatan penopang yang berbeda.



Gambar 2.12 Jig Assembly  
(Sumber: PT.PAL Indonesia)

d) Blasting & painting shop

Shot blasting digunakan untuk membersihkan permukaan plat dari karat atau kotoran-kotoran yang menempel pada saat penyimpanan di gudang dan mengecat primer secara langsung setelah dilakukan pembersihan.



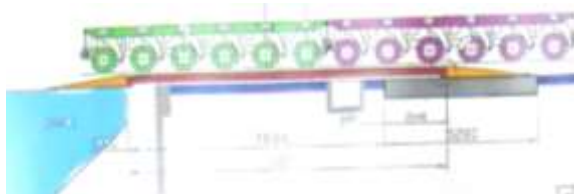
Gambar 2.13 Shot blasting  
(<https://ferroecoblast.com/>)

### 2.8. 5 Proses Peluncuran (*Loadout*)

Proses load out atau proses peluncuran bangunan yaitu proses pemindahan dan peletakan struktur ke atas kapal angkut atau tongkang, dengan bantuan derek angkat atau bila memungkinkan memanfaatkan daya apung struktur atau sub-struktur yang akan diangkut itu sendiri. Sebelumnya, kapal angkut atau tongkang diposisikan di tempat terdekat dengan proses fabrikasi pada gambar 2.14.



Gambar.2.14 Barge untuk proses *loadout*.  
(Sumber : <https://www.engineerlive.com/content>)



Gambar.2.15 *Loadout* dengan menggunakan SPMT

Proses loadout adalah proses yang kompleks yang membutuhkan perencanaan yang matang agar dapat berjalan dengan lancar (Barlian,et all, 2012). Gambar 2.15 merupakan proses loadout yang memerlukan peralatan yang terdiri dari *ramp door*, *barge*, *bollard*, tali tambat (*mooring*), dan *tug boat*. Pada proses loadout jembatan rangka baja menggunakan *Self Propelled Modular Transporter* (SPMT) dimana pada jembatan baja ini diletakkan diatas SPMT dengan menggunakan balok kayu yang tersusun diatas hidrolis SPMT yang berfungsi sebagai bantalan terhadap konstruksi jembatan dengan hidrolis (Nobel Denton, 2015).

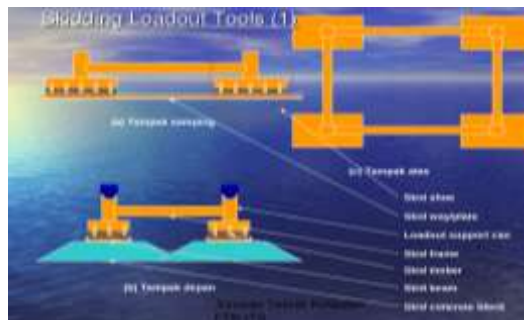
Persiapan loadout antara lain

1. Melakukan survey terhadap kondisi lingkungan yaitu kondisi cuaca yang baik dengan memperhatikan kecepatan angin dan kondisi pasang surut air laut untuk mengetahui kedalaman kolam yang digunakan untuk ketinggian pengapungan dari *barge*.
2. Melakukan persiapan kondisi *bollard* dermaga agar mampu untuk proses tambat (*mooring*) dari *barge* selama proses loadout.
3. Menentukan kombinasi kekuatan ramp plate sebagai *rampway* SPMT dari dermaga menuju ke atas *barge* agar mampu menumpu beban dari SPMT pada saat proses *loadout*.
4. Kondisi *barge* dalam melakukan *Ballast* dan *De-ballasting* yang dipengaruhi oleh kapasitas pompa yang dimiliki oleh *barge* untuk mengetahui waktu yang diperlukan dalam menaikkan dan menurunkan draft dari *barge* atau kondisi trim dari *barge*.
5. Mempersiapkan tugboat untuk proses tambat dan membantu selama proses *loadout*.
6. Proses *weighing* dari SPMT diperlukan untuk mengetahui karakteristik beban dari jembatan sebelum dilakukan proses *loadout* dimana beban jembatan dinaikan dan diturunkan dengan menggunakan SPMT yang dipasang dengan *loadcell*.

Proses loadout dapat dibagi menjadi 3 metode diantaranya sebagai berikut: (Murdjito, 2010)

## 1. Metode Skidding

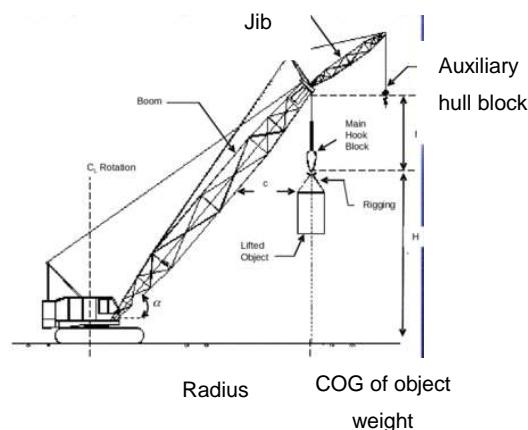
Deck / jacket diletakkan di atas skid, kemudian ditarik dengan *winch* dan diatur sedemikian rupa sehingga skid akan bergeser pada landasan lancar (*skidway*) sembari mengangkat deck/jacket hingga ke atas barge. Keuntungan menggunakan metode ini untuk digunakan pada deck/jacket yang tergolong sangat berat ( $>2000$  MT), dimana tidak mungkin dilakukan operasi loadout dengan metode yang lain.



Gambar. 2.16 Peluncuran dengan *skidding*

## 2. Metode Crane

Deck/jacket dengan pengaturan *rigging* sedemikian rupa sehingga deck/jacket diangkat menggunakan crane dan dipindahkan hingga ke atas barge. Metode ini digunakan dengan memperhatikan kapasitas crane (baik kapasitas angkat, maupun panjang jangkauan *crane boom*) yang tersedia di fabrikasi dan titik pusat beban yang akan diangkat pada gambar 2.17. Satu atau beberapa crane secara simultan dapat digunakan untuk operasi ini.



Gambar 2.17 Mobile crane

Peralatan yang digunakan untuk mengangkat beban diantaranya:

- Kapasitas objek yang akan diangkat

- *Rigging weight (shackle, sling, & speared bar)*
- Berat hook untuk mengangkut beban (*Hook block weight*)
- *Jib & auxiliary hook block*, jika ada

Kapasitas crane dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya:

- Panjang lengan boom (semakin pendek boom, kapasitas angkat besar)
- Jarak angkat (semakin jauh jarak, kapasitas semakin kecil)
- Konfigurasi beban angkut

### 3. Metode Trailer atau transporter

Metode Trailer atau transporter dengan cara deck/jacket berada diatas trailer dan trailer bergerak menuju keatas barge. Konfigurasi trailer menentukan kapasitas angkut dari beban yang akan dipindahkan. *Transporter* (SPMT) terbagi dari 2 macam tipe yaitu 4 sumbu roda dan 6 sumbu roda.



Gambar 2.18 Pengangkutan jembatan dengan SPMT (*Self Propelled Modular Transporter*)

## 2.9 Kajian Ekonomis

Kajian ekonomis meliputi nilai investasi yang dibutuhkan dalam bidang usaha untuk memperoleh keuntungan (Salim HS dan Budi Sutrisno, 2008). Seperti telah diketahui bahwa prinsip ekonomi adalah dengan usaha sekecil-kecilnya akan memperoleh hasil yang sebesar-besarnya. Dalam bidang produksi, hasil yang dimaksud adalah selain hasil produksi juga keuntungan yang diperoleh.

Dalam kajian ekonomi hal yang terpenting adalah memperbaiki efisiensi produksi dengan cara memperbaiki efektifitas sistem perencanaan dan pengawasan produksi. Apabila terdapat perbedaan yang besar antara hasil yang direncanakan dengan hasil yang sesungguhnya, maka sistem pengawasan kurang berhasil dan perlu diadakan peningkatan dalam pelaksanaannya.

Dalam kegiatan pengerjaan proyek perlu diperhatikan 3 hal yaitu (Diktat *Ship Economic*, 1987):

1. Kegiatan produksi biasanya dilaksanakan dengan anggapan bahwa bidang perencanaan, penyampaian instruksi, pengerjaan bahan dan lingkungan kerja tidak mengalami gangguan – gangguan.
2. Terdapat adanya pengaruh lingkungan dan kesulitan sebenarnya sehari-hari yang bisa mempengaruhi perencanaan jalur pekerjaan yang telah disusun.
3. Peningkatan produksi tidak bisa langsung dilihat, meskipun peningkatan bidang perencanaan telah dilaksanakan.

## **2.9. 1 Kebutuhan Tenaga Kerja**

Standar kerja yang digunakan diantaranya yaitu pemakaian jam orang yang merupakan pemakaian pekerja dan jumlah pekerja yang dibutuhkan, jam fasilitas yang merupakan sarana dan prasarana yang digunakan dalam proses pekerjaan dan jam mesin yang dipakai dalam pekerjaan *assembly* ini yang berupa peralatan permesinan. Kegiatan produksi meliputi perubahan bahan baku menjadi produk jadi melalui suatu upaya karyawan, dan penggunaan peralatan produksi. Pokok produksi terbentuk dari tiga elemen dasar, yaitu (Dipohusodo, 1996):

1. Bahan baku langsung (*Direct Material*)
2. Overhead Pabrik (*Manufacturing Overhead*)
3. Tenaga kerja langsung (*Direct Labour*)

### **Bahan Baku langsung (*Direct Material*)**

Bahan baku yang digunakan langsung untuk proses produksi. Persediaan bahan baku utama dikendalikan untuk menunjang proses produksi tetap berjalan dengan baik. Material bahan baku antara lain: plat baja, kawat las, gas acetelyn.

### **Biaya Overhead (*Overhead Cost*)**

Biaya yang tidak termasuk dalam biaya bahan baku ataupun biaya tenaga kerja langsung. Biaya overhead antara lain: biaya pemakaian bahan penolong, pengawas. Dan besaran upah tenaga kerja.

### **Tenaga Kerja Langsung (*Direct labour*)**

1. Tenaga Kerja Langsung merupakan tenaga kerja yang terlibat secara langsung dalam proses produksi. Dalam menentukan besarnya jumlah tenaga kerja langsung pada suatu proses produksi, perhitungan dapat dilakukan berdasarkan beban kerja yang harus diselesaikan dan jumlah jam orang yang diperlukan dalam setiap proses pekerjaan. Pada dasarnya tenaga kerja yang diperlukan dalam pembangunan jembatan berbeda pada kebutuhan tenaga kerja pembangunan kapal. Dalam hal pembangunan kapal kebutuhan tenaga kerja yang dibutuhkan dalam proses produksi antara lain :
  - a. Engineer
  - b. Quality Control
  - c. Welder
  - d. Fitter
  - e. Painter
  - f. Crane operator
  - g. Forklift operator
2. Tenaga kerja tidak langsung adalah tenaga kerja yang tidak terlibat langsung dalam proses produksi. Pada umumnya perbandingan tenaga kerja langsung dan tenaga kerja tidak langsung di galangan yakni 70:30. Penentuan tenaga kerja tidak langsung juga didasari dengan melakukan *bench marking* pada galangan yang berpengalaman.



## **BAB 3**

### **METODE PENELITIAN**

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode yang bersifat deskriptif dimana data yang didapat merupakan hasil wawancara, observasi, dan studi pustaka. Tujuan dari penelitian deskriptif ini adalah menceritakan deskripsi, gambaran atau lukisan secara sistematis, faktual dan akurat mengenai fakta-fakta, sifat-sifat serta hubungan antar fenomena yang diselidiki (Moh. Nasir, 1998). Dalam mengerjakan tesis ini tahap pertama yang dilakukan adalah melakukan kajian pustaka terhadap beberapa referensi yang berhubungan dengan penelitian ini. Kemudian melakukan survey untuk observasi proses *assembly* jembatan baja . Data-data yang didapatkan dari hasil survey tersebut dapat digunakan untuk menentukan kebutuhan peralatan dan permesinan untuk menunjang proses *assembly*, kebutuhan SDM, luasan area yang dibutuhkan untuk proses perakitan jembatan serta merencanakan peluncuran (*load out*) kedalam barge. Tahapan selanjutnya adalah melakukan perhitungan biaya investasi, yang meliputi biaya investasi peralatan dan permesinan, dan peralatan pemindahan (*transporter*) bangunan barge untuk proses *load out*. Dibawah ini dibahas lebih lanjut mengenai langkah-langkah dalam pengerjaan penelitian

#### **3.1 Langkah-langkah Pengerjaan Tesis**

Dalam pengerjaan tesis kita harus membuat sistematika pengerjaan yang nantinya akan menjadi alur pengerjaan untuk mempermudah proses pengerjaan. Secara umum proses pengerjaan tesis ini dimulai dengan pengambilan data input dilanjutkan dengan pengolahan data berdasarkan segala perhitungan yang *valid* kemudian dihasilkan *output* hasil yang diinginkan. Untuk secara rinci metode pengerjaannya adalah sebagai berikut:

##### **3.1.1 Studi Literatur**

Tahap pertama yang dilakukan dalam pengerjaan tesis ini adalah studi literatur. Studi literatur diperoleh dari buku pustaka, jurnal penelitian, internet dan tesis-tesis sebelumnya yang masih berkaitan. Studi literatur digunakan untuk

mengetahui aspek teknis yang diperlukan dalam pembangunan jembatan baja yang dibangun pada industri galangan kapal dan aspek ekonomis dalam pembangunannya, sehingga bisa lebih memahami permasalahan yang akan dibahas dalam tesis ini. Kondisi galangan kapal yang sepi membuat galangan untuk mengembangkan usaha dalam bidang konstruksi, potensi yang dapat dikembangkan adalah pembangunan jembatan pada industri galangan kapal yang masih dalam lingkup usaha konstruksi baja. Potensi jembatan yang dibangun pada industri kapal mempunyai tipe dan metode dalam pembangunannya. Fasilitas dan sarana yang ada di galangan kapal mempunyai faktor dalam proses pembangunan jembatan dari awal sampai dengan selesai proses peluncuran (*loadout*).

### **3.1.2 Studi Lapangan**

Langkah kedua yang dilakukan adalah pengumpulan data yang dibutuhkan. Data tersebut meliputi segala sesuatu yang diperlukan dan berhubungan dalam pengerjaan tesis ini. Data yang dikumpulkan didapatkan dari wawancara langsung melalui tanya jawab secara langsung dengan bagian yang terkait, analisa perhitungan, dan pengamatan di lapangan.

Untuk dapat menganalisa pembangunan jembatan rangka baja, maka perlu mengetahui metode yang digunakan dalam pembangunan jembatan baja di galangan. Perencanaan fasilitas, sarana, peralatan, dan SDM yang diperlukan dalam proses pembangunan jembatan di galangan.

Adapun data-data yang diperlukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

#### **a. Pengambilan Data Pembangunan Jembatan**

##### **1. Kapasitas Pembangunan Jembatan**

Kapasitas pembangunan jembatan memberikan informasi dalam pemenuhan kebutuhan material, fasilitas yang akan dipakai, dan sumber daya manusia yang terlibat dalam proses pembangunan jembatan nantinya.

##### **2. Proses Pengerjaan Jembatan**

Proses pengerjaan memberikan informasi tahapan – tahapan yang dilakukan dalam proses pengerjaan jembatan sampai dengan peluncuran (*load out*).

### **3.1.3 Pengumpulan Data**

Pengumpulan data dilakukan untuk menganalisa aspek teknis dan ekonomis dalam proses pembangunan jembatan diantaranya spesifikasi teknis dan jadwal atau *schedule* pembangunan yang digunakan untuk memberikan spesifikasi dari material jembatan yang dibangun, kapasitas jembatan yang dibangun digalangan, sehingga dapat mengetahui jumlah kebutuhan fasilitas produksi yang digunakan, perencanaan jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan baik tenaga kerja langsung maupun tenaga kerja tak langsung, perencanaan luas area sebagai *buffer area* dalam perakitan jembatan, dan metode yang digunakan untuk proses peluncuran jembatan (*load out*) setelah selesai dibangun.

### **3.1.4 Pengolahan Data**

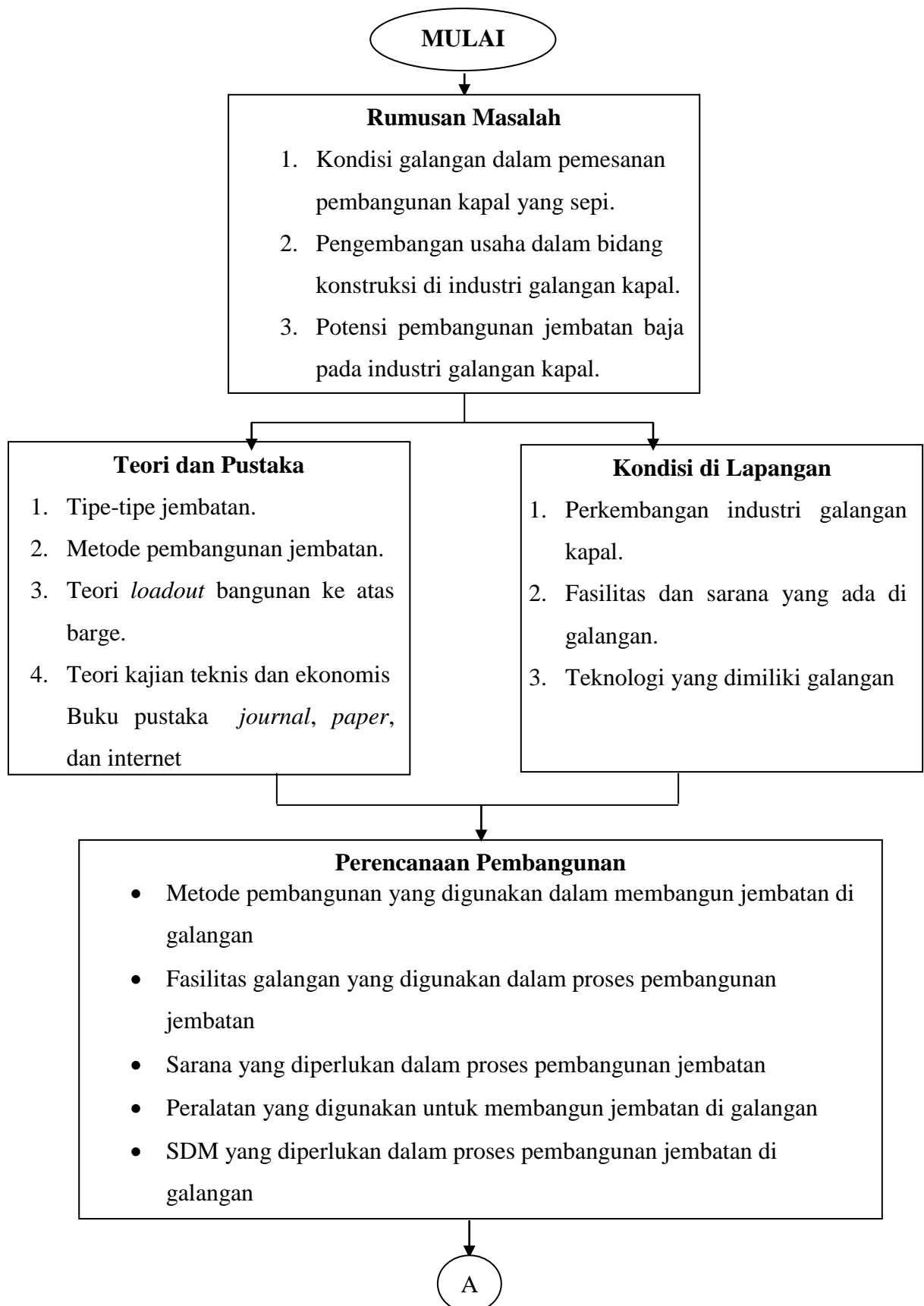
Analisa teknis pembangunan jembatan untuk memperoleh fasilitas dan peralatan yang dibutuhkan untuk membangun jembatan. Proses pembangunan dipengaruhi oleh kapasitas yang dimiliki oleh galangan dimana kapasitas yang dimiliki oleh galangan dipengaruhi oleh kapasitas pembangunan kapal yang sedang dikerjakan oleh galangan PT.PAL Indonesia. PT.PAL Indonesia membangun satu buah kapal, sehingga dari pembangunan kapal diperoleh jumlah blok yang diperlukan, besaran *grand* blok yang dibuat, dan kapasitas blok yang dihasilkan dalam pembangunan tersebut dan fasilitas yang ada di galangan layak untuk menambah pekerjaan.

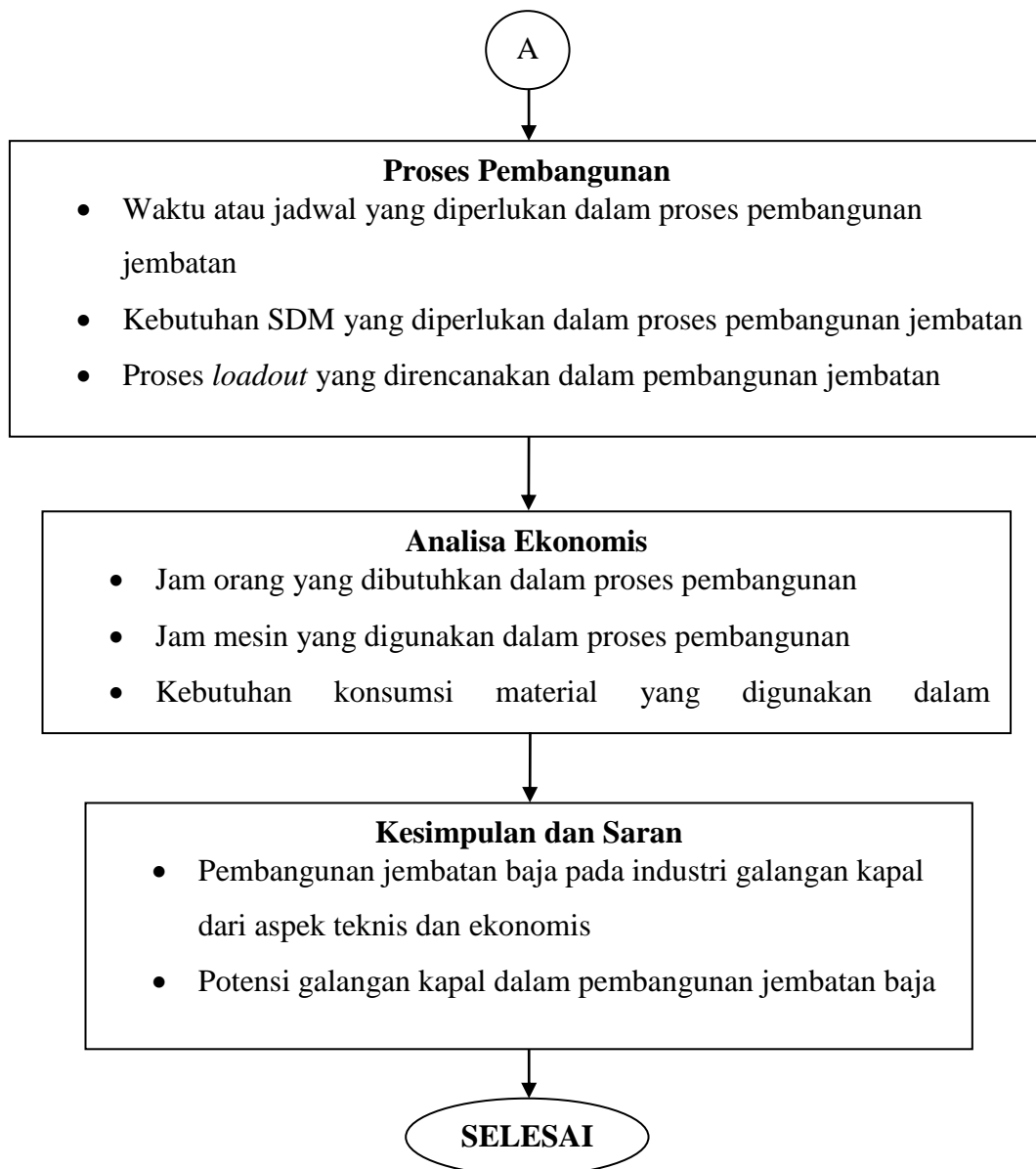
Aspek ekonomis dapat diperoleh dengan mengetahui kebutuhan jam orang, jam mesin ,dan kebutuhan material galangan kapal dalam membangun kapal dengan penambahan pekerjaan yang dilakukan oleh galangan terhadap pembangun jembatan baja untuk perluasan usaha di bidang jasa konstruksi. Analisa ekonomis dalam pembangunan jembatan yang dilakukan oleh galangan PT.PAL Indonesia untuk memperoleh nilai tambah bagi perusahaan galangan dalam pengerjaan pembangunan jembatan terhadap peralatan dan fasilitas yang dimiliki dapat dilakukan dengan menggunakan metode perhitungan ekonomi yang ada.

### **3.1.5 Kesimpulan**

Setelah semua tahapan selesai dilaksanakan, selanjutnya ditarik kesimpulan dari analisa teknis dan ekonomis industri galangan dalam rangka diversifikasi usaha di bidang pembangunan jembatan terhadap bisnis utama di bidang pembangunan kapal.

### Flowchart Pengerjaan Tesis





## **BAB 4**

### **KONDISI EKSISTING DIVISI KAPAL NIAGA**

#### **5.1 Divisi Kapal Niaga**

Divisi Kapal Niaga merupakan salah satu divisi produksi di PT. PAL. Saat ini arah pemasaran produk Divisi Kapal Niaga lebih difokuskan pada pasar internasional khususnya Eropa Barat dengan upaya mempertahankan dan mengembangkan posisi perusahaan pada pangsa pasar khusus (*niche market*) melalui produk Bulker yang mempunyai tambahan fungsi khusus dengan “*branding*” seperti STAR 50. Pertumbuhan penjualan kapal niaga terus dipelihara dengan strategi optimalisasi “*product mixed*” seperti kapal Bulker, Container dan Tanker, maupun Chemical Tanker dan Gas Tanker. Untuk pasar dalam negeri, produk kapal niaga diarahkan pada program pengembangan model-model industri pelayaran nasional atau pelayaran perintis bagi penumpang dan barang (*cargo*) khususnya yang dikuasai pemerintah, melalui posisi perusahaan sebagai penyedia solusi dan pemanfaatan serta pengembangan hubungan (*network*) perusahaan dengan pemerintah, lembaga keuangan dan seluruh komponen pelaku industri pelayaran nasional. Kapasitas produksi saat ini sebesar 3 unit kapal s/d 50,000 DWT pertahun dan 2 unit kapal s/d 20,000 DWT per tahun.

Divisi Kapal Niaga (DKN) pada struktur organisasi dari PT. PAL Indonesia, bersama dengan divisi kapal perang (DKP), merupakan bagian dari Divisi Pelaksana Produksi. Dalam melaksanakan pekerjaan pembangunan kapal baru, DKN juga memerlukan informasi dan dukungan dari divisi atau departemen lain. Oleh karena itu keberhasilan pekerjaan DKN sangat dipengaruhi oleh baiknya kerjasama, koordinasi dan komunikasi antara unit kerja terkait (Divisi Penjualan & Pemasaran, Departemen PPE/ Direktorat Produksi Kapal Baru, Divisi Teknologi, Divisi Logistik, Divisi Pelaksana Produksi (DKN & DKP) dan Divisi Jaminan Kualitas) untuk menghasilkan *progress* berbagai perencanaan sejak dari tahap kapal dipesan. Pengembangan produk kapal niaga diarahkan pada pasar internasional, pengembangan model-model industri pelayaran nasional dan pelayaran perintis bagi penumpang dan barang (*cargo*). Kapasitas produksi per

tahun saat ini mencapai 3 unit kapal dengan ukuran 50.000 DWT dan 2 unit kapal dengan ukuran 20.000 DWT per tahun. Kemampuan menguasai teknologi produksi dalam membangun kapal 50.000 DWT yang telah dimiliki PT.PAL saat ini terutama pada divisi kapal niaga memberikan dampak positif pada pembangunan kapal.

Berdasarkan keterangan dari Manager Divisi Perencanaan Strategis Perusahaan di era persaingan global, agar tetap eksis dalam persaingan pasar yang semakin ketat suatu industri galangan kapal harus mampu memenuhi kriteria yang diinginkan oleh pasar dan peka terhadap perubahan lingkungan. Oleh sebab itu PT. PAL harus mampu menerapkan strategi yang tepat agar dapat memenuhi keinginan *shareholder*.

Saat ini pelaporan kinerja dari tiap divisi PT. PAL lebih menitik beratkan pada laporan finansial seperti laporan laba rugi, karena PT. PAL adalah perusahaan yang berorientasi pada keuntungan. Selama beberapa tahun terakhir PT. PAL mengalami kerugian yang cukup besar. Kerugian PT. PAL dapat dilihat pada Tabel IV.1. dan Tabel IV.2 menunjukkan proyek yang dikerjakan oleh Divisi Kapal Niaga.

Tabel IV.1 Pendapatan, Laba dan Total Aset PT. PAL

Keterangan	2008	2009	2010	2011
Pendapatan (milyar)	1.002,09	623,72	450,7	348,46
Laba/Rugi (milyar)	(47,61)	(132,88)	(197,52)	(1.208,96)
Total Aset (milyar)	3.059,07	2.800,67	3.038,87	2.234,54

Tabel IV.2 Data proyek divisi kapal niaga tahun 2016 dan 2017 adalah:

I. Proyek Utama

No.	Nama. Proyek	Kapal	Owner
1.	W000292	SSV Philipines #1	Armed Forces of The Philipines
2.	W000293	SSV Philipines #2	Armed Forces of The Philipines
3.	E160N010	Fasilitas Apung	Pertamina
4.	W000292	LPD – TNI AL	TNI - AL



## II. Durasi Pembangunan Proyek di Divisi Kapal Niaga

No.	Proyek DKN	Durasi Pembangunan			
		2015	2016	2017	2018
1	SSV#1 Filipina	13 Januari ←→	13 Februari →		
2	SSV#2 Filipina		18 Januari ←→	02 Mei →	
3	LPD -TNI AL			28 April ←→	28 Oktober →

Tabel IV.3 Data proyek jasa lain divisi kapal niaga tahun 2016 dan 2017

## III. Proyek Fast Cash

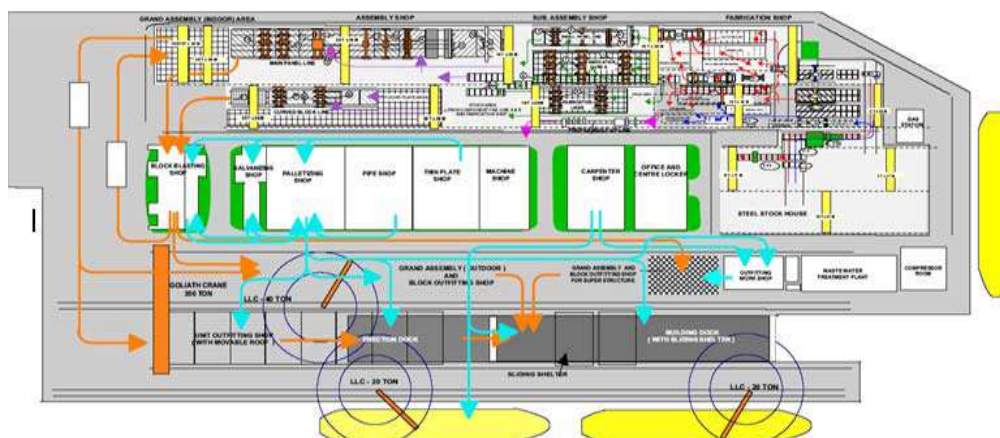
No.	Nama Proyek	Item	Owner
1.	MP16FA06	Jasa fabrikasi konstruksi jembatan 385T	PT. Bosto
2.	MP16FA08	Jasa fabrikasi konstruksi jembatan 322T	PT. Bosto
3.	MP16FA09	Jasa painting intermediate	PT. Berkah Mekatek Jaya
4.	MP16FA10	Jasa cutting & bending	PT. Adiluhung
5.	MP16FA01	Jasa painting intermediate	PT. Berkah Mekatek Jaya
6.	MP17FA02	Machining, contact surface & alignment system kapal 17.500 DWT	PT. Idtec Marindo
7.	MP17FA03	Jasa paint intermediate s/d final paint	PT. Berkah Mekatek Jaya
8.	MP17FA04	Jasa painting primer s/d final painting	PT. Berkah Mekatek Jaya
9.	MP17FA05	Jasa assembly and non assembly	PT. Bosto
10.	MP17FA06	Jasa fabrikasi kolom pedestal kapal container 100 TEUs	PT. Lelangon
11.	MP17FA07	Jasa painting black s/d intermediate mat jembatan box 3 (4 unit) box frame (half)	PT. Berkah Mekatek Jaya
12.	MP17FA08	Jasa pemakaian ballast concoride 100 Ton	PT. Yudha Satrya

Metode pembangunan kapal pada DKN adalah dengan membagi kapal menjadi lima bagian utama yaitu *Accommodation Part*, *Engine Room Part*, *Cargo Hold Part*, *After Part* dan *Fore Part*. Metode pembangunan yang membagi kapal menjadi lima bagian utama merupakan aplikasi dari metode FOBS (*Full Outfitting Block System*) yang diterapkan pada pembangunan kapal di PT. PAL Indonesia, khususnya DKN. FOBS atau dikenal juga dengan nama: *Integrated Hull Outfitting And Painting* (IHOP) adalah suatu cara untuk meningkatkan produktivitas secara umum, dan secara khusus dapat mempersingkat waktu pembuatan kapal dan pertama kali diperkenalkan oleh: *Ishikawajima Heavy Industri (IHI) of Japan* yang kemudian pada tahun 1980-an di adopsi oleh Galangan Kapal di USA dan Inggris (Vaughan R, 1984).

#### 4.2 Fasilitas Produksi

Untuk pelaksanaan proses pembangunan kapal baru, PT. PAL memiliki fasilitas untuk membangun kapal hingga 50.000 DWT dengan fasilitas yang ada yaitu :

- Launching area, panjang keseluruhan 160,4 meter dan lebar 107 meter.
- Dermaga Bandar barat, dengan panjang 565 meter
- Transporter 300 Ton
- Crane PH 125 dan 30 Ton
- Grand assembly outdoor, panjang 400 meter, lebar 27 meter, lengkap dengan 1 unit Golliath Crane , Cap. 300 T x 80 m (*rail span*) dan unit Level Luffing Crane (LLC) cap. 40 T x 24 m.



Gambar. 4.1 *Grand assembly* Divisi Kapal Niaga PT. PAL

#### 4.2.1 Grand Assembly

Fasilitas grand assembly ini diperlukan untuk optimalisasi pekerjaan erection dan untuk mengurangi durasi pada *building berth* dengan cara melakukan *re-assembly* dari block-block yang telah dibuat di bengkel assembly sampai mencapai berat 300 Ton dengan luas area 3800 m<sup>2</sup>. Bengkel ini dilengkapi pula dengan fasilitas sebagai berikut :

- 1 unit transver carrier 300 T
- 1 unit transver carrier 150 T
- 1 unit Overhead crane 150 T
- 1 unit Overhead crane 75 T

Untuk fasilitas yang ada didalamnya adalah:

1. 1 unit Goliath crane dengan kapasitas 300 ton dan dengan ketinggian maksimum 80 m. Crane ini sangat membantu pengangkutan block di dock dengan kapasitas maksimum 275 ton.
2. 1 unit LLC (Level Luffing Crane) I kapasitas 40 ton dengan ketinggian maksimum 24 m
3. 1 unit LLC II kapasitas 20 ton dengan ketinggian maksimum 40 m
4. 1 unit LLC III kapasitas 20 ton dengan ketinggian maksimum 40 m
5. 3 unit Main pump station dengan kapasitas pompa 7200 m<sup>3</sup>/jam
6. Main & intermediate gate
7. Sliding shelter
8. 2 Welding unit with gondola system
9. 6 unit mobil telescope platform
10. 4 unit mooring winch
11. 4 unit capstan

#### 4.2.2 Fasilitas Bengkel Produksi

- Steel Stock House  
Shot Blasting & Painting machine kapal. 10 lembar per jam  
Over Head Crane Kapasitas. 10 Ton : 1 Unit  
Over Head crane Kapasitas. 5 Ton : 2 Unit
- Fabrication shop

Luas Bangunan : 8.425 m<sup>2</sup> dengan kapasitas produksi mencapai 4000 Ton per bulan

- Assembly shop

Luas Bangunan : 26.350 + 11.600 + 4.500 = 42.450 m<sup>2</sup> dengan kapasitas produksi 3.850 ton per tahun

- Block Blasting & Painting shop (4 Chamber):

Luas bangunan : 3000 m<sup>2</sup> (total) dengan kapasitas produksi : 1.300 m<sup>2</sup> + (2 x 3 Ton block) per hari.

- Carpenter shop

Luas bangunan :

Lantai dasar 60 m (L) x 40 m (W) = 2.400 m<sup>2</sup>

Lantai satu 30 m (L) x 40 m (W) = 1.200 m<sup>2</sup>

- Machine Shop

Luas Bangunan : 2.100 m<sup>2</sup>

- Thin Plate Shop

Luas bangunan : 2.700 m<sup>2</sup> dengan kapasitas produksi 90 ton per bulan

- Pipe Shop

Luas bangunan : 2.800 m<sup>2</sup> dengan kapasitas produksi 1.200 ton per bulan

- Palletizing Shop

Luas bangunan : 3.600 m<sup>2</sup>

Fasilitas bengkel produksi galangan mempunyai kapasitas yang besar dilihat dari keluaran produksi mencapai 4000 ton per bulan, sehingga dengan kapasitas yang besar itulah dapat memberikan keuntungan bagi pihak galangan untuk memaksimalkan dalam memproduksi plat kapal untuk dirakit menjadi blok-blok menjadi lebih cepat.

#### **4.2.3 Fasilitas Alat Potong Plat**

Alat potong otomatis terdiri atas tiga jenis peralatan dengan kemampuan potong total mencapai 1600 Ton per bulan yaitu :

- Jenis alat : NC *gas cutting machine* 2 torch untuk maksimum tebal plat 60 mm
- Jenis alat : NC *plasma cutting* 2 torch untuk maksimum tebal plat 75 mm

- Jenis alat : *Flame Planner* 20 torch untuk maksimum tebal plat 50 mm

#### 4.2.4 Fasilitas Mesin Bending

Mesin Bending terdapat tiga jenis mesin bending yang tersedia dengan berbagai macam kapasitas, berikut ini :

- Jenis mesin : 1000 Ton *Hydraulic Press Machine*  
Kemampuan maksimum : 100 – 1000 Ton
- Jenis Mesin : 500 ton *Hydraulic Press Machine*  
Kemampuan maksimum : 50 – 500 Ton
- Jenis mesin : *Three roll plate bending machine*

#### 4.2.5 Bengkel Blok Blasting dan Painting

Fasilitas ini digunakan untuk pembersihan dan perlindungan seksi atau blok dari korosi pada tahapan pembangunan berikutnya dan juga sebagai pengecatan akhir. Bengkel ini mempunyai kapasitas produksi 1300 m<sup>2</sup> (2 x 30 ton block outfitting perhari) serta luas area 1920 m<sup>2</sup> yang terdiri dari dua lajur. Lajur pertama adalah *block blasting* dan *painting line*, lajur kedua adalah outfitting blasting dan painting. Peralatan utamanya adalah

- Blasting area dengan blasting machine, *dust collector*
- *Cleaning area*
- *Grit collecting* dan *cleaning system*.
- Painting machine dan 4 unit *Dehumidifier for painting* dan cleaning
- 1 unit air compressor dan air dryer
- 2 unit *hoist crane* dengan kapasitas 2 ton dan ketinggian 5,5 m
- 1 unit *overhead crane* dengan kapasitas 50 Ton

Bengkel BBS (*Block Blasting Shop*) mempunyai kapasitas dan ruang yang cukup besar dan lengkap, sehingga dari segi peralatan dan fasilitas yang dimiliki dapat menunjang dalam proses *blasting* dan *painting* blok kapal atau konstruksi-konstruksi yang cukup besar.

#### 4.2.6 Erection Shop

Pada tahap erection ini terjadi proses penggabungan dari blok-blok kapal yang sudah siap untuk dirakit. Seperti biasanya juga dilakukan pemeriksaan dan pengidentifikasian atas blok-blok tersebut oleh pihak yang terkait, yaitu dari pihak

pemilik kapal (*owner surveyor*), pihak galangan (*shipyard*) dan pihak klasifikasi (*class surveyor*). Adapun luas area adalah

- *Building berth* dengan ukuran 300 m x 32 m x 10,3 m  
1 unit *Goliath crane* dengan kapasitas 300 ton dan dengan ketinggian maksimum 80 m.  
1 unit LLC I kapasitas 40 ton dengan ketinggian maksimum 24 m  
1 unit LLC II kapasitas 20 ton dengan ketinggian maksimum 40 m  
1 unit LLC III kapasitas 20 ton dengan ketinggian maksimum 40 m
- *Pre-erection* dengan ukuran 100 m x 32 m x 10,3 m
- *Erection* dengan ukuran 200 m x 32 m x 10,3 m

Bengkel *erection* mempunyai area yang luas yang terletak di outdoor area yang merupakan nilai tambah dari galangan untuk menghasilkan *joint block* yang cukup banyak, sehingga dari sisi kecepatan dan area yang digunakan dapat memberikan ruang yang cukup luas.

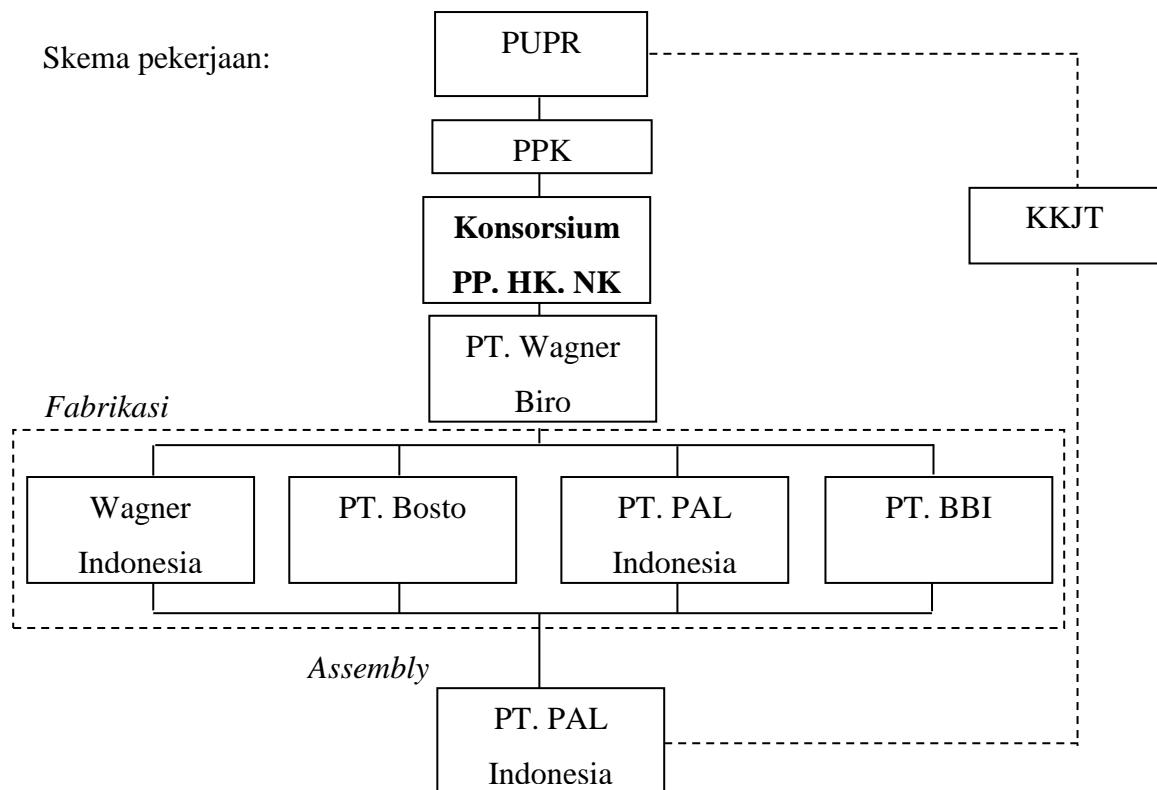
Dari fasilitas yang dimiliki di galangan tersebut dapat memberikan kesempatan dalam memanfaatkan fasilitas yang ada dengan mempertimbangkan kapasitas yang dimiliki masih ada untuk pembangunan satu buah kapal, sehingga dapat dilakukan upaya untuk pengembangan usaha dalam bidang konstruksi yang sesuai dengan fasilitas dan kapasitas yang dimiliki oleh galangan yang mana untuk kemampuan proses fabrikasi sebesar 4000 ton per bulan, proses assembly sebesar 3.850 ton per tahun. Proses erection atau penyambungan yang dilakukan pada area terbuka berupa *grand assembly area* mempunyai kapasitas sebesar 300 meter x 32 meter x 1,3 meter dengan fasilitas *goliath crane* sebesar 300 ton.

## BAB 5

### ANALISA TEKNIS PEMBANGUNAN JEMBATAN BAJA

Analisa teknis pembangunan jembatan di galangan PT.PAL Indonesia mempunyai pengaruh terhadap pembangunan kapal yang dilakukan oleh galangan. Fasilitas dan kondisi galangan yang ada menentukan volume pekerjaan yang dilakukan oleh galangan pada saat menerima pekerjaan, galangan PT.PAL Indonesia mempunyai volume pekerjaan pembangunan satu unit kapal, dimana untuk kapasitas produksi fabrikasi sebesar 1018 ton per bulan, proses assembly kapasitas produksi sebesar 1150 ton per bulan, dan proses erection di grand assembly area mencapai 400m x 27m dengan fasilitas goliath crane sebesar 275 ton. Pada pembangunan jembatan mempunyai panjang 120 meter dengan pengerjaan empat bulan, sehingga dari fasilitas dan ruang masih bisa untuk penambahan pekerjaan dalam pembangunan jembatan dan layak untuk dilakukan.

#### 5.1 Management Pengerjaan Jembatan



Gambar. 5.1 Flowchart Pembangunan Jembatan Baja

Keterangan:

PPK : Pejabat Pembuat Komitmen

KKJT : Komisi Keamanan Jembatan dan Terowongan

Tahapan pembangunan jembatan baja ini dimulai dari proses tender yang dimiliki oleh kementerian terkait dalam hal ini yaitu kementerian PUPR yang melalui konsorsium tiga perusahaan di bidang jasa pembangunan konstruksi diantaranya PT. PP, PT. HK, dan PT. NK. Proses disain dan pemilihan material hingga fabrikasi dilakukan oleh perusahaan jasa konstruksi dan untuk pekerjaan *assembly* dilakukan oleh PT. PAL Indonesia.

## **5.2 Kapasitas dan Utilitas Produksi**

Kapasitas produksi merupakan kemampuan maksimum dari alat-alat produksi untuk menghasilkan output produk dalam periode tertentu. Kapasitas terpasang adalah kapasitas maksimal sesuai dengan kemampuan perusahaan dalam jangka waktu tertentu. (sasongko, 1991). Faktor penentu peningkatan produktifitas adalah

1. Kapasitas aktual
2. Efektifitas kerja
3. Etos kerja
4. Pemanfaatan fasilitas
5. Faktor eksternal (*demand*)

Kapasitas aktual merupakan pencapaian sejumlah produk yang dihasilkan melalui proses produksi pada periode waktu yang telah dilewati. Perencanaan kapasitas terpasang diawali dengan perhitungan pembebanan pekerjaan yang harus diselesaikan sesuai dengan jumlah dan besar nilai kontrak yang telah disepakati. Kemudian dilakukan pendistribusian beban kerja ke tiap unit (*shop*) secara proporsional dengan mempertimbangkan keseimbangan lintasan (*line balancing*) produksinya. Hal ini dilakukan untuk menghindari terjadinya penyempitan (*bottleneck*) atau bahkan berhentinya aliran material produksinya dalam tiap prosesnya.

Menurut Stevenson(2005) Kapasitas terpasang (KT) ada dua macam yaitu kapasitas bangunan baru dan Kapasitas terpasang (KT) reparasi. Faktor dalam memperhitungkan KT bangunan baru adalah:



- a. KB (*kapasitas berth*) dalam DWT yaitu besarnya ton DWT kapal maksimum yang dapat dibangun diatas berth tersebut.
- b. CF (*construction factor*) yaitu jumlah kapal yang dibangun selama setahun sesuai dengan besarnya KB tersebut:

$$CF = \frac{12 \text{ (bulan)}}{\text{Ship construction period (bulan)}} \quad (5.1)$$

Kapasitas terpasang mempunyai nilai lebih kecil dari kapasitas aktual, maka terjadi *in efisiensi* , begitu juga sebaliknya.

Kapasitas terpasang yang ada pada divisi kapal niaga untuk proses assembly jembatan dilaksanakan di galangan yaitu dengan melihat kemampuan atau kapasitas terpasang galangan terhadap fasilitas yang ada. Kapasitas standard yang dimiliki pada bengkel fabrikasi sebesar 1018 ton/bulan

Tabel V.1 Peralatan Bengkel Fabrikasi

No.	Kode Mesin	Nama Mesin	Kapasitas
1.	FA-06	Roller Conveyor	10 Ton
2.	FA-07	Stell section marking & cutting slat conveyor	20 Ton
3.	FA-08	Roller conveyor for NC Plasma cutting	10 Ton
4.	FA-08/09	Roller & slat conveyor for NC gas cutting	10 Ton
5.	FA-08/09	Roller conveyor for flame planner	10 Ton
6.	FA-09B	Slat conveyor for flame planner	10 Ton
7.	FA-10	NC plasma cutting machine	3500x1500x15mm
8.	FA-11	NC gas cutting machine	3000x1500x70mm
9.	FA-13	Flame planner	T = 6-50 mm
10.	FA-14	NC frame marking machine	3300x16000 mm
11.	FA-16	500 Ton Hydraulic press	50-500 Ton
12.	FA-17	Motor Traverser with roll conveyor	10 Ton
13.	FA-18	Fabrication shop frame bender	400 Ton
14.	FA-19	Tree roll plate bending machine	1500 Ton
15.	FA-19B	Plate handling carriage conveyor	10 Ton
16.	FA-20	1000 Ton Hydraulic Press	1000 Ton
17.	FA-22	10 Ton Tranverser with roll conveyor	10 Ton
18.	FA-23	10 Ton roller	10 Ton

Kapasitas standard Bengkel Assembly yang ada di galangan mempunyai kemampuan produksi 1150 ton per bulan dengan fasilitas sebagai berikut:

Tabel V.2 Peralatan pada Bengkel Assembly.

No.	Kode Mesin	Nama Mesin	Kapasitas
1.	ITEM-10A	Roller Conveyor	10 Ton
2.	ITEM-12	Tack Welding Station	0.5 Ton / M <sup>2</sup>
3.	ITEM-13	One side Welding Sation	0.5 Ton / M <sup>2</sup>
4.	ITEM-14	Mobile Stiffener Gantry	38 kg/m <sup>2</sup>
5.	ITEM-15-1	Fillet Welding Gantry	0.5 Ton / M <sup>2</sup>
6.	ITEM-15-2	Fillet Welding Gantry	0.5 Ton / M <sup>2</sup>
7.	ITEM-16	Mobile Web Gantry	0.5 Ton / M <sup>2</sup>
8.	ITEM-17	Web welding service Gantry	0.5 Ton / M <sup>2</sup>
9.	ITEM-18	Web welding service Gantry	0.5 Ton / M <sup>2</sup>
10.	ITEM-19	Floor Mounted equipment	-
11.	ITEM-20-1	Web welding Gantry (CBL)	0.5 Ton / M <sup>2</sup>
12.	ITEM-20-2	Web welding Gantry (CBL)	0.5 Ton / M <sup>2</sup>
13.	ITEM-21	Skid Floor JIG	60 Ton
14.	ITEM-22-1	UHL Transport Train Assembly	15 Ton
15.	ITEM-22-2	UHL Transport Train Asssembly	15 Ton

Kemampuan Bengkel SSH (*Steel stock house*) merupakan bengkel untuk proses pelurusan dan blasting material baja sebelum disimpan dan dilakukan proses fabrikasi, Kapasitas bengkel SSH galangan 1056 lembar per bulan.

Tabel V.3 Peralatan Bengkel SSH (*Steel stock house*)

No.	Kode Mesin	Nama Mesin	Kapasitas
1.	ST-01	10 Ton Chain Conveyor	10 Ton
2.	ST-02	10 Ton Transverser & Chain LoConveyor	10 Ton
3.	FA-01-02	Plate Straightening Roller Conveyor	3500x15000x15 mm
4.	FA-03-04	Shot Blasting Machine & Conveyor System	3500x15000x15 10 lbr/jam
5.	FA-05	10 Ton Motor Tranverser with roll conveyr	10 Ton

Sub Assembly bengkel digunakan untuk proses pekerjaan ringan atau pendukung. Kapasitas standard bengkel sub assembly adalah sebesar 492 ton/bulan

Tabel V.4 Peralatan bengkel Sub Assembly

No.	Kode Mesin	Nama Mesin	Kapasitas
1.	ITEM-2	Floor Mounted	0.5 Ton/m <sup>2</sup>
2.	ITEM-3	Mobile web gantry	0.5 Ton/m <sup>2</sup>
3.	ITEM-4	Fillet welding gantry	0.5 Ton/m <sup>2</sup>
4.	ITEM-5	One side welding station	0.5 Ton/m <sup>2</sup>
5.	ITEM-6	Mobile stiffner gantry	85 Kg/m <sup>2</sup>
6.	ITEM-7.1	Service welding gantry	0.5 Ton/m <sup>2</sup>
7.	ITEM-7.2	Service welding gantry	0.5 Ton/m <sup>2</sup>
8.	ITEM-7.3	Service welding gantry	0.5 Ton/m <sup>2</sup>
9.	ITEM-7.4	Service welding gantry	0.5 Ton/m <sup>2</sup>
10.	ITEM-8	Roller Conveyor	10 Ton
11.	ITEM-9.1	Welding Gantry	0.5 Ton/m <sup>2</sup>
12.	ITEM-9.2	Welding Gantry	0.5 Ton/m <sup>2</sup>
13.	ITEM-10	Transfer Trolley	10 Ton

Utilitas adalah hubungan antar waktu aktual perlengkapan yang digunakan untuk produktifitas kerja (waktu mesin) dan total waktu yang tersedia. Selanjutnya utilitas dinyatakan dalam formulasi sebagai berikut:

$$\text{Utilitas} = \frac{\text{Waktu aktual mesin}}{\text{Total waktu tersedia}} \quad (5.2)$$

Waktu aktual mesin: merupakan jam kerja mesin yang secara aktual digunakan langsung untuk melakukan sejumlah pekerjaan yang dibebankan.

Total waktu tersedia: merupakan waktu keseluruhan kerja shift yang dikurangi dengan waktu berhenti tanpa dapat dihindari karena adanya perawatan mesin dan kerusakan mesin, waktu pekerjaan dan lain-lain.

Suatu peralatan dikatakan memiliki utilitas tinggi apabila peralatan (mesin) tersebut dapat menghasilkan produk aktual mendekati kapasitas produksi terpasang. Dalam hal ini utilitas mendekati 100%, sebaliknya apabila utilitas rendah atau kecil, artinya fasilitas tidak dioperasikan mendekati kapasitas terpasang. Perbaikan dan perawatan mesin merupakan wujud riil dari sistem pemeliharaan fasilitas produksi yang sistematis dan terprogram, sehingga

diharapkan tidak terjadi *overlapping* antara jadwal pemeliharaan dengan jadwal produksi dari beban mesin tersebut.

Utilitas dari fasilitas yang digunakan di galangan sebagai berikut:

1. *Grand assembly area* yang mempunyai panjang 160,4 meter dan lebar 107 meter mempunyai utilitas rendah karena masih minimnya pekerjaan.
2. Peralatan *material handling* berupa 2 buah crane LLC (*level luffing crane*) 40 ton yang digunakan untuk mengangkut konstruksi bagian jembatan, utilitas penggunaan dari crane adalah 3 jam / 8 jam yaitu sebesar 0.37.
3. Goliath crane 300 ton dengan kapasitas maksimum 275 ton yang digunakan untuk mengangkut konstruksi bagian jembatan pada saat proses penyambungan, utilitas penggunaan dari crane adalah 2 jam / 8 jam yaitu sebesar 0.25.
4. *Building dock* dengan panjang area 300 m, lebar 32 m, dan tinggi 10.3 m dengan kapasitas 30.000 DWT, utilitas penggunaan sebesar 0.1.

Kapasitas terpasang pada masing-masing bengkel yang ada di divisi kapal niaga sebagai berikut:

Tabel V.5 Kapasitas terpasang bengkel divisi kapal niaga

No.	Nama Bengkel	Aktifitas	Output per Bulan	Indeks Produktifitas
1.	<i>Steel Stock House</i> (SSH)	Blasting+Primer raw material	1056 lembar	2.62 JO/lembar
2.	Fabrikasi	Fabrikasi	1018 ton	10.51 JO/ton
3.	Sub Assembly	Sub assembly	492 ton	16 JO/ton
4.	Assembly MPL ( <i>main panel line</i> )	Assembly+welding	891 ton	14.06 JO/ton
5.	Assembly CBL ( <i>curved block line</i> )	Assembly+welding	259 ton	22.28 JO/ton
6.	Block Blasting	Blasting+Painting	44000 m <sup>2</sup>	0.43 JO/m <sup>2</sup>
7.	Grand Assembly	Loading s/d fitting block	48 joint	178.9 JO/joint

8.	Erection	Loading s/d fitting block	39.6 joint	192 JO/joint
----	----------	---------------------------	------------	--------------

(Sumber: Departemen PPC Divisi Kapal Niaga PT.PAL Indonesia)

Indeks produktifitas merupakan jumlah JO yang diperlukan untuk melakukan pekerjaan satu ton dalam volume pekerjaan tertentu. Kapasitas aktual pada divisi kapal niaga dapat diketahui dengan mengetahui kapal yang sedang dibangun pada divisi kapal niaga yaitu pada pembangunan kapal LPD TNI-AL dengan data *principal dimension* sebagai berikut:

Tabel V.6 Data Ukuran Kapal Divisi Niaga

Name ship	Type	Lpp	Width	Heigh	Draft	Displacement	Vs
Naval	LPD	124	21,4	11,3	5,00	7200	14

Pembangunan kapal LPD 124 meter ini mempunyai kesamaan dengan kapal SSV untuk filipina yang telah dibuat, sehingga dalam pembangunan kapal ini dibutuhkan jumlah blok sebesar 112 blok dengan rata-rata berat block 28.86 ton dan total berat blok keseluruhan sebesar 3203,307 ton.

Dengan jumlah block:

- Zone 1 Cargo Hold (C) : 23 block ; berat block = 812,56 Ton
- Zone 2 Engine Room (E) : 26 block ; berat block = 976,598 Ton
- Zone 3 Fore Part (F) : 14 block; berat block = 611,994 Ton
- Zone 4 After Part (A) : 22 block; berat block = 1320,1 Ton
- Zone 5 Wheel House (W) : 16 block; berat block = 258,654 Ton
- Zone 6 Hanggar (H) : 11 block; berat block = 142,719 Ton

Total jumlah block adalah 112 block dengan rincian *single block* sebesar 16 block, *grand block* sebesar 32 block dari 96 block.

Kapasitas aktual pada divisi kapal niaga pada pembangunan kapal LPD 124 meter berdasarkan output dari masing-masing bengkel adalah

1. Kapasitas bengkel fabrikasi 1018 ton/bulan, sehingga kapasitas setiap tahun 12216 ton/tahun.
2. Kapasitas bengkel sub assembly 492 ton/bulan, sehingga kapasitas setiap tahun 5904 ton/tahun.

3. Kapasitas bengkel assembly MPL 891 ton/bulan, sehingga kapasitas setiap tahun 10692 ton/tahun.
4. Kapasitas bengkel assembly CBL 259 ton/bulan, sehingga kapasitas setiap tahun 3108 ton/tahun.
5. Kapasitas grand assembly 48 joint/bulan, sehingga kapasitas setiap tahun 576 joint/tahun.
6. Kapasitas proses erection 39 joint/bulan, sehingga kapasitas setiap tahun 468 joint/tahun.

Selisih kapasitas pada pembangunan kapal perang pada divisi niaga adalah

1. Kapasitas bengkel fabrikasi  $12216 - 3203,307 = 9468,693$  ton/tahun
2. Kapasitas bengkel sub assembly  $5904 - 3203,307 = 9012,693$  ton/tahun
3. Kapasitas bengkel assembly MPL  $10692 - 2259,7 = 8432,23$  ton/tahun
4. Kapasitas bengkel assembly CBL  $3108 - 943,536 = 2164,46$  ton/tahun
5. Kapasitas *grand assembly*  $576 - 32 = 544$  joint/tahun
6. Kapasitas *erection*  $468 - 56 = 412$  joint/tahun

Dari selisih kapasitas yang masih ada dalam pembangunan kapal di divisi kapal niaga, maka kelebihan kapasitas digunakan untuk pembangunan jembatan rangka baja. Jembatan rangka baja dibangun pada area terbuka pada *grand assembly* yang mempunyai kapasitas besar.

### 5.3 Kebutuhan Tenaga Kerja

Dalam pekerjaan pembangunan jembatan dari mulai fabrikasi sampai loadout jembatan kebutuhan jam orang yang diperlukan dalam setiap pekerjaan dapat ditentukan berdasarkan beban kegiatan pekerjaan yang dilakukan. Adapun jumlah tenaga kerja yang ada pada divisi kapal niaga adalah 311 orang dan jumlah tenaga kerja yang diperlukan dalam perakitan jembatan di galangan antara lain:

1. *Engineer*
2. *Mechanic HC (hull construction)*
3. *Welder*
4. *Fitter*
5. *Painter/Sand blaster*

#### 6. Crane operator

Dalam penentuan jumlah tenaga kerja yang terlibat dalam proses produksi, tenaga kerja yang terlibat adalah tenaga kerja langsung yang merupakan tenaga organik dari galangan untuk setiap kegiatan produksi. Jumlah tenaga kerja yang terlibat dalam setiap kegiatan perakitan jembatan di galangan:

Tabel V.7 Jumlah tenaga kerja yang terlibat

Item Pekerjaan	Pekerja	Jumlah	Total
<b>Assembly Jig I</b>	<i>Fitter</i>	26	30
	<i>Quality Control</i>	2	
	<i>Crane Operator</i>	2	
<b>Shot Blasting</b>	<i>Fitter</i>	18	37
	<i>Welder</i>	15	
	<i>Quality Control</i>	2	
	<i>Crane Operator</i>	2	
<b>Fabrikasi MG dan MB</b>	<i>Fitter</i>	22	46
	<i>Welder</i>	20	
	<i>Quality Control</i>	2	
	<i>Crane Operator</i>	2	
<b>Assembly MG dan MB</b>	<i>Fitter</i>	20	23
	<i>Welder</i>	9	
	<i>Quality Control</i>	2	
	<i>Crane Operator</i>	2	
<b>Painting</b>	<i>Fitter</i>	8	13
	<i>Welder</i>	1	
	<i>Quality Control</i>	2	
	<i>Operator</i>	2	
<b>Assembly Jig II</b>	<i>Fitter</i>	12	18
	<i>Welder</i>	2	
	<i>Quality Control</i>	2	
	<i>Crane Operator</i>	2	
<b>Assembly P2-P3 dan</b>	<i>Fitter</i>	18	37

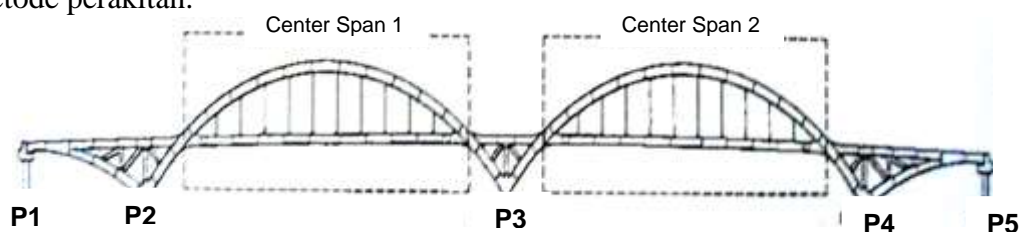
<b>Assembly Arch I</b>	<i>Welder</i>	15	
	<i>Quality Control</i>	2	
	<i>Crane Operator</i>	2	
<b>Assembly P3-P4 dan Assembly Arch II</b>	<i>Fitter</i>	19	39
	<i>Welder</i>	16	
	<i>Quality Control</i>	2	
	<i>Crane Operator</i>	2	
<b>Loadout atau Peluncuran</b>	<i>Fitter</i>	13	22
	<i>Welder</i>	3	
	<i>Quality Control</i>	2	
	<i>Crane Operator</i>	2	
	<i>Safety</i>	2	

Data jumlah karyawan tahun 2013 pada divisi kapal niaga sebesar 311 orang tenaga kerja langsung dan cukup untuk mengerjakan pembangunan jembatan, sehingga dari perencanaan untuk membangun jembatan, maka didapatkan total kebutuhan jumlah pekerja dalam pembangunan jembatan baja adalah

- *Fitter* : 26 orang
- *Welder* : 20 orang
- *Quality Control* : 2 orang
- *Crane Operator* : 2 orang
- *Safety* : 2 orang

#### 5.4 Proses Pengerjaan

Dalam proses pengerjaan jembatan ini memerlukan beberapa aspek mengenai perakitan jembatan baja, peralatan dan mesin yang digunakan, dan metode perakitan.



Gambar 5.2 Konstruksi jembatan



Jembatan rangka baja yang dibangun di galangan merupakan jembatan yang akan dibangun untuk menghubungkan antara teluk di daerah. Adapun jembatan baja yang dibangun mempunyai spesifikasi sebagai berikut:

Tabel V.8 Spesifikasi jembatan

No.	Nama	Keterangan
1	Jenis Material	SM490YB
2	Rules standard	AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials)
3	Standard pengelasan	AWS. D1.5
4	Jenis pengelasan	GMAW
5	Center Span (bentangan)	120 meter
6	Lebar jembatan	21 meter

Pada jembatan rangka baja ini terdiri dari beberapa komponen antara lain: Rangka yang merupakan struktur utama yang mendukung seluruh beban yang bekerja pada struktur jembatan rangka baja, baik beban eksternal maupun beban akibat berat sendiri yang diterima batang-batang pada rangka sehingga mengalami tarikan aksial (gaya tarik) dan tekan aksial (gaya tekan). Konstruksi rangkaian jembatan terdiri dari gelagar utama (*main girder*), gelagar melintang (*cross girder*), baja penopang (*stringer*), ikatan (*bracing*), *hangers*, sedangkan untuk konstruksi bagian atas terdiri dari konstruksi atas memanjang (*box*) dan konstruksi atas melintang (*frame*). Komponen rangkaian jembatan baja merupakan komponen yang digunakan untuk membangun rangka luar yang nantinya akan dilakukan proses pelapisan dan pengecoran.

## 5.5 Daya Dukung Tanah

Kapasitas atau daya dukung tanah (*bearing capacity*) adalah kekuatan tanah untuk menahan suatu beban yang bekerja padanya yang biasanya disalurkan melalui pondasi. Kapasitas/daya dukung tanah batas ( $q_u = q_{ult} = \text{ultimate bearing capacity}$ ) adalah tekanan maksimum yang dapat diterima oleh tanah akibat beban yang bekerja tanpa menimbulkan kelongsoran geser pada tanah pendukung tepat di bawah dan sekeliling pondasi. Daya dukung tanah atau kemampuan bangunan

dermaga dalam menahan beban yang dimiliki oleh jembatan adalah merupakan salah satu faktor penting dalam proses assembly jembatan rangka baja karena untuk menghindari adanya pergerakan tanah dalam menahan beban dari jembatan rangka baja. Kemampuan daya dukung tanah galangan (*stress ground area shipyard*) yang dimiliki adalah 12 ton/m<sup>2</sup>, sedangkan untuk beban yang dimiliki oleh jembatan rangka baja pada proses *assembly* adalah mempunyai nilai yang berbeda untuk masing-masing titik.

Pada proses assembly jembatan rangka baja diperlukan adanya peralatan pendukung untuk menopang beban konstruksi jembatan dan pondasi dari jembatan terhadap tanah. Jig atau landasan *assembly* adalah alat pendukung untuk membantu mempermudah pekerjaan yang berupa landasan atau dudukan pada proses *assembly*. Dalam pembuatan jig dilakukan pemilihan tipe jig untuk menopang beban yang berada pada setiap titik jembatan.

Kemampuan landasan jig dalam menopang beban yang diterima dari proses *assembly* dipengaruhi bentuk dan ukuran dari landasan jig yang dibuat. Nilai titik beban yang dimiliki oleh jembatan bisa dilihat pada tabel V.9

Tabel V.9 Titik beban pada jembatan (*support forces*)

Titik	Beban	Titik	Beban	Titik	Beban	Titik	Beban
15	114.41 ton	20	46.80 ton	25	18.05 ton	30	81.88 ton
16	45.89 ton	21	30.59 ton	26	21.52 ton	31	65.77 ton
17	44.05 ton	22	21.82 ton	27	30.39 ton	32	44.26 ton
18	64.14 ton	23	18.15 ton	28	47.01 ton	33	44.97 ton
19	79.54 ton	24	17.23 ton	29	69.14 ton	34	114.62 ton

(Sumber: PT.Wagner Biro Indonesia)

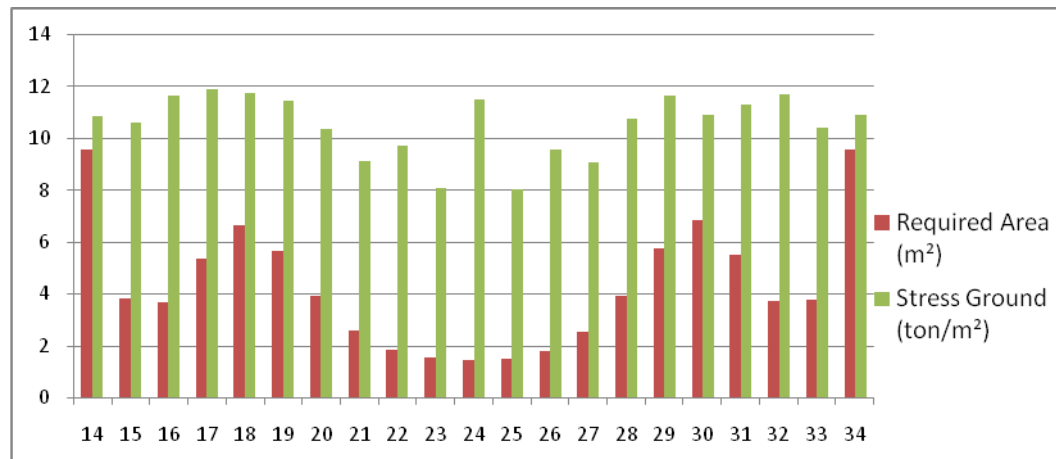
Proses fabrikasi jig landasan dari jembatan dilakukan pada bengkel fabrikasi dimana pada bengkel fabrikasi akan dilakukan proses penandaan (*marking*), pemotongan (*cutting*), dan pengelasan (*welding*) sebelum dilakukan pemasangan pada area *grand assembly*. Pembuatan jig digunakan sebagai pondasi untuk menopang dari titik-titik beban yang dimiliki oleh jembatan, sehingga luasan area yang digunakan untuk tempat landasan jig bisa diminimalkan dengan tidak melampaui batas kekuatan daya dukung tanah yang dimiliki oleh galangan

sebesar 12 ton/m<sup>2</sup>. Jig yang dibuat dengan menggunakan jenis plat baja dengan spesifikasi material AH 36.

Pembuatan jig/landasan untuk jembatan dengan cara membagi nilai beban penopang pada setiap titik jembatan dengan nilai daya dukung tanah yang dimiliki oleh galangan, sehingga jig yang dibuat bisa memenuhi kebutuhan dari beban yang dimiliki oleh setiap titik jembatan.

$$\text{Required area (m}^2\text{)} = \frac{\text{Support forces (ton)}}{\text{Stress ground area shipyard (}\frac{\text{ton}}{\text{m}^2}\text{)}} \quad (5.3)$$

Proses fabrikasi jig/landasan mempunyai tipe dan ukuran yang berbeda tergantung dari kemampuan jig untuk menopang beban. Kebutuhan area untuk landasan jig pada setiap titik jembatan dapat dilihat pada gambar 5.3 menjelaskan bahwa pada titik-titik tumpu pada konstruksi jembatan harus memenuhi kekuatan beban yang diberikan oleh konstruksi jembatan pada masing-masing titik, sehingga jig yang dibuat mempunyai tipe dan ukuran yang berbeda agar mampu menopang beban dan tidak membutuhkan tempat yang cukup luas terhadap area yang terdapat di area *grand assembly*.



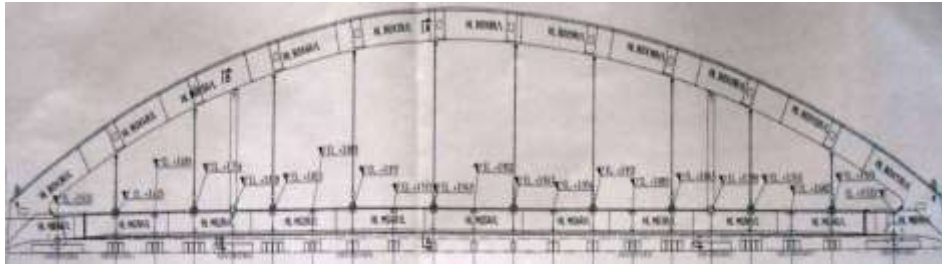
Gambar 5.3 *Stress ground* pada titik jembatan

(Sumber: PT.PAL Indonesia, 2017)

Pada gambar 5.3 pada titik no.14 dan no.34 area yang dibutuhkan untuk menopang titik beban jembatan lebih luas dibandingkan dengan titik yang lainnya karena pada titik tersebut mempunyai titik beban yang lebih besar dibandingkan dengan titik yang lain.

## 5.6 Proses Assembly

Pada pengerjaan assembly jembatan rangka baja ini dilakukan di assembly area terbuka yang digunakan untuk pembangunan block kapal di galangan, persiapan dalam melakukan perakitan jembatan ini membutuhkan lahan atau ruang yang cukup luas karena bagian atau komponen dari jembatan baja mempunyai ukuran yang relative besar.



Gambar 5.4 Side view jembatan

Panjang *center span* atau bentangan jembatan adalah sebesar 120 meter dengan lebar 21 meter yang terbagi dari blok-blok yang sudah mengalami proses fabrikasi, sehingga pada pengerjaan perakitan jembatan ini dibagi menjadi 2 bagian yaitu bagian bawah dan bagian atas.

- Bagian bawah konstruksi jembatan dilakukan perakitan terlebih dahulu dengan tahapan *pre assembly* masing-masing bagian bawah jembatan (*main girder*, *cross girder*, dan *stringer*) yang nantinya akan dirakit menjadi satu kesatuan dimana pada konstruksi bagian bawah jembatan metode penggabungannya menggunakan sistem baut yang digalvanis (*bolt and splice*).
- Bagian atas konstruksi jembatan proses penyambungan dilakukan dengan proses pengelasan (*welding*) dengan tahapan (*pre assembly* masing-masing bagian *box*) untuk posisi kanan dan kiri yang terletak pada posisi ujung jembatan dan yang terakhir dilakukan pemasangan frame yang merupakan bagian melintang jembatan untuk posisi atas.

Pengerjaan perakitan jembatan dilakukan di *grand assembly* dan dimulai dari bagian-bagian dari jembatan dengan menggunakan sistem station karena untuk memudahkan dalam proses pemasangannya dan selain itu juga mempercepat pengerjaan konstruksi, bagian jembatan baja terdiri dari beberapa bagian antara lain :

Gambar 5.5 Nama bagian jembatan

Main Girder	Cross Girder	Stringer
		
Wind Bracing	Box	Frame
		

(Sumber: PT.PAL Indonesia)

Komponen bagian jembatan terdiri atas dua konstruksi bagian yaitu konstruksi bagian atas dan bagian bawah, bagian bawah berupa *Main girder* yang merupakan posisi bawah yang berfungsi untuk kekuatan konstruksi memanjang jembatan, sedangkan *cross girder* yang berfungsi untuk kekuatan melintang bagian bawah jembatan, *stringer* merupakan bagian konstruksi bawah yang menghubungkan antar *cross girder* yang berfungsi untuk kekuatan landasan antar *cross girder* dan wind bracing yang merupakan konstruksi bagian bawah yang berfungsi untuk pengikata antara *main girder* dengan *cross girder* dari hambatan angin yang terjadi. Konstruksi bagian atas terdiri dari *box* yang berfungsi untuk kekuatan bagian atas jembatan dari gaya tekan dari bawah, sedangkan *frame* berfungsi untuk menghubungkan antar *box* dan sebagai penguata konstruksi bagian atas jembatan.

#### 1. Konstruksi bagian bawah jembatan

Pre-assembly dimulai dengan merakit bagian-bagian jembatan diantaranya dimulai dengan MG5 yang merupakan titik tengah dari panjang bentangan jembatan tersebut. Dengan merakit bagian yang terdiri dari *main girder*, *cross girder*, dan *stringer*. Pengerjaan ini dilaksanakan dengan bantuan *material handling* berupa *level luffing crane* (LLC) yang ada.

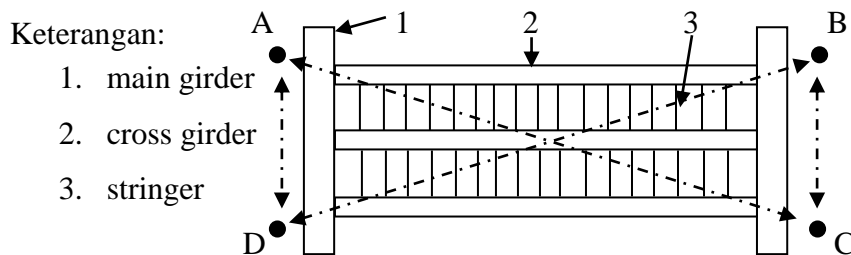
- *Pre Assembly main girder 5 (MG5)*

Pre assembly main girder 5 merupakan susunan dari rangkaian main girder 5 yang terdiri dari main girder yang merupakan bagian memanjang dari konstruksi jembatan antara posisi kanan (5R) dan posisi kiri (5L) yang akan di *assembly* dengan cross girder dimana cross girder merupakan bagian melintang dari konstruksi jembatan dan diantara cross girder akan dihubungkan dengan stringer sebagai pengikat melintang pada gambar 5.6.



Gambar 5.6 *Pre-assembly MG5*

Dalam mengerjakan pre-assembly MG5 dilakukan secara berurutan untuk menjaga ketepatan dan keseimbangan dari beban jembatan. dan sebagai titik awal atau posisi tengah dari konstruksi bawah jembatan. Pada perakitan / *pre assembly* MG5 main girder dan cross girder dipasang terlebih dahulu kemudian selanjutnya dilakukan pemasangan *stringer* sebagai penghubung antar *cross girder*. Pada pekerjaan ini dilakukan dengan bantuan crane untuk menjaga keadaan konstruksi tetap stabil pada posisi.



Gambar 5.7 *Dimension check*

*Dimension check* dilakukan pada pemasangan MG5 yang merupakan konstruksi awal dari proses assembly konstruksi bagian bawah yang berfungsi untuk mengurangi penyimpangan dimension. Pada gambar 5.7 terlihat bahwa untuk rangkaian assembly main girder, cross girder dan stringer dilakukan pengecekan kelurusan dimensi dari susunan konstruksi dengan cara menarik titik garis pada masing-masing ujung main girder secara horisontal (titik A-D, titik B-C) dan pada masing-masing ujung ditarik garis diagonal (titik A-C, titik B-D).

- *Pre Assembly main girder 4 (MG4)*

Pre Assembly main girder 4 merupakan rangkaian main girder untuk susunan dari rangkaian main girder 4 terdiri dari main girder yang merupakan bagian memanjang dari konstruks jembatan antara posisi kanan (4R) dan posisi kiri (4L) yang akan di *assembly* dengan cross girder dimana cross girder merupakan bagian melintang dari konstruksi jembatan dan diantara cross girder akan dihubungkan dengan stringer sebagai pengikat melintang gambar 5.8.



Gambar 5.8 *Pre-assembly* MG4

- *Pre Assembly main girder 6 (MG6)*

Pre Assembly main girder 6 merupakan susunan dari rangkaian main girder 6 yang terdiri dari main girder yang merupakan bagian memanjang dari konstruks jembatan antara posisi kanan (6R) dan posisi kiri (6L) yang akan di *assembly* dengan cross girder dimana cross girder merupakan bagian melintang dari konstruksi jembatan dan diantara cross girder akan dihubungkan dengan stringer sebagai pengikat melintang pada gambar 5.9.



Gambar 5.9 *Pre-assembly* MG6

- *Pre Assembly main girder 3 (MG3)*

Pre Assembly Main girder 3 merupakan susunan dari rangkaian main girder 3 yang terdiri dari main girder yang merupakan bagian memanjang dari konstruks jembatan antara posisi kanan (3R) dan posisi kiri (3L) yang akan di *assembly* dengan cross girder dimana cross girder merupakan bagian melintang dari



konstruksi jembatan dan diantara cross girder akan dihubungkan dengan stringer sebagai pengikat melintang gambar 5.10.



Gambar 5.10 *Pre-assembly* MG3

- *Pre Assembly main girder 7 (MG7)*

Pre Assembly main girder 7 merupakan susunan dari rangkaian main girder 3 yang terdiri dari main girder yang merupakan bagian memanjang dari konstruks jembatan antara posisi kanan (3R) dan posisi kiri (3L) yang akan di *assembly* dengan cross girder dimana cross girder merupakan bagian melintang dari konstruksi jembatan dan diantara cross girder akan dihubungkan dengan stringer sebagai pengikat melintang pada gambar 5.11.



Gambar 5.11 *Pre-assembly* MG7

- *Pre Assembly main girder 2 (MG2)*

Pre Assembly main girder 2 merupakan susunan dari rangkaian main girder 2 yang terdiri dari main girder yang merupakan bagian memanjang dari konstruks jembatan antara posisi kanan (2R) dan posisi kiri (2L) yang akan di *assembly* dengan cross girder dimana cross girder merupakan bagian melintang dari konstruksi jembatan dan diantara cross girder akan dihubungkan dengan stringer sebagai pengikat melintang gambar 5.12.



Gambar 5.12 *Pre-assembly* MG2

- *Pre Assembly main girder 8 (MG8)*



Pre Assembly main girder 8 merupakan susunan dari rangkaian main girder 8 yang terdiri dari main girder yang merupakan bagian memanjang dari konstruks jembatan antara posisi kanan (8R) dan posisi kiri (8L) yang akan di *assembly* dengan cross girder dimana cross girder merupakan bagian melintang dari konstruksi jembatan dan diantara cross girder akan dihubungkan dengan stringer sebagai pengikat melintang pada gambar 5.13.



Gambar 5.13 *Pre-assembly* MG8

- *Pre Assembly main girder 1 (MG1)*

Pre Assembly main girder 1 merupakan susunan dari rangkaian main girder 7 yang terdiri dari main girder yang merupakan bagian memanjang dari konstruks jembatan antara posisi kanan (7R) dan posisi kiri (7L) yang akan di *assembly* dengan cross girder dimana cross girder merupakan bagian melintang dari konstruksi jembatan dan diantara cross girder akan dihubungkan dengan stringer sebagai pengikat melintang gambar 5.14.



Gambar 5.14 *Pre-assembly* MG1

- *Pre Assembly main girder 9 (MG9)*

Pre Assembly main girder 9 merupakan susunan dari rangkaian main girder 9 yang terdiri dari main girder yang merupakan bagian memanjang dari konstruks jembatan antara posisi kanan (9R) dan posisi kiri (9L) yang akan di *assembly* dengan cross girder dimana cross girder merupakan bagian melintang dari konstruksi jembatan dan diantara cross girder akan dihubungkan dengan stringer sebagai pengikat melintang pada gambar 5.15.



Gambar 5.15 *Pre-assembly* MG9

Pada proses *pre-assembly* bagian jembatan ini dilakukan untuk memudahkan dalam pemasangan secara menyeluruh terhadap bagian kesatuan jembatan.



Gambar 5.16 Pemasangan *splice* dan *bolt*

*Pre-assembly* antar main girder sudah selesai, maka akan dilakukan *assembly* antar main girder dengan menggunakan sistem baut dan *splice* pada gambar 5.16. Perakitan konstruksi bagian bawah jembatan menggunakan sistem baut dan *splice* dengan mengukur setiap lubang baut. Dimana untuk setiap sambungan jumlah sambungan baut tidak sama tergantung dimensi dan kekuatan konstruksi. Dalam Tabel V.19 terdapat besarnya penyambungan menggunakan *bolt joint*, *impact wrench*, dan torsi meter.

Tabel V.10 Besarnya pengencangan baut sambungan

Bolt Size (mm)	Bolt Tension (kN)	Torque Moment (Nm)	Torque Wrench
M24	210	750	36
M20	147	450	30
M16	91	260	24

Konstruksi bagian bawah jembatan yang terdiri dari *main girder* (MG), *cross girder* (CG) dan *stringer* setelah selesai dipasang, maka dilakukan pemasangan *bracing* pada posisi masing-masing ujung jembatan pada gambar 5.17 untuk mengikat konstruksi bagian bawah antara *main girder* dengan *cross girder* dari gaya samping yang di pengaruhi oleh faktor angin maupun pergeseran dari konstruksi jembatan.



Gambar 5.17 *Assembly* MG, CG, *stringer* dan *bracing*

Perakitan konstruksi bawah main girder 1 sampai 9, sehingga menjadi kesatuan



Gambar 5.18 Konstruksi bagian bawah jembatan

*Assembly* konstruksi bagian bawah jembatan pada gambar 5.18 dari MG1 sampai dengan MG9 sudah selesai dilakukan, maka akan dilakukan dengan perakitan konstruksi bagian atas pada gambar 5.19.



Gambar 5.19 *Assembly* konstruksi MG 1-9

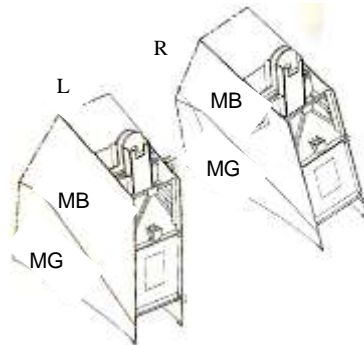
maka selanjutnya akan dilakukan perakitan konstruksi jembatan bagian atas yang terdiri dari box dan frame. Gambar 5.20 merupakan konstruksi bagian atas dan konstruksi bagian bawah, sehingga untuk menghubungkan konstruksi bagian bawah dengan konstruksi bagian atas, maka akan dibuat konstruksi MB (*main box*) dan MG (*main girder*) pada gambar 5.21 yang merupakan penghubung main girder pada posisi bawah dan main box pada posisi atas dan juga gambar 5.22.



Gambar 5.20 Pemasangan MG dan MB

## 2. Konstruksi bagian atas jembatan

Konstruksi bagian atas terdiri dari main box (MB), box, dan frame. Konstruksi bagian atas jembatan dilakukan perakitan dengan cara pengelasan antara main box dengan frame maupun box dengan frame.



Gambar 5.21 main girder (MG) dan main box (MB)



Gambar 5.22 Assembly MB dan MG

Assembly main box dengan main girder merupakan penyambungan antara konstruksi bagian bawah yang berupa main girder, sedangkan konstruksi bagian atas berupa main box.

- Pre-Assembly box 4,5 dan frame 1,2

Pre Assembly box dengan frame merupakan perakitan box dan frame akan dipasang di *grand assembly* terlebih dahulu untuk mempermudah pemasangan pada posisi jembatan bagian atas dimana untuk box 4R/L dan box 5R/L dirakit dengan frame 1 & 2 dengan cara pengelasan, sehingga setelah menjadi kesatuan, maka akan digabung dengan MB8R dengan menggunakan bantuan crane untuk mengatur posisi agar tepat. Sebelum pemasangan box 4,5 dan frame 1,2 (R,L) pada posisi bagian bawah jembatan main girder akan dilakukan pemasangan pipa pendukung sementara (*arch pipe temporary support*) untuk menyangga beban konstruksi bagian atas jembatan yang terdiri dari box dan frame pada gambar 5.23. Dengan bantuan crane box 4,5 dan frame 1,2 (R,L) dilakukan pemasangan pada masing-masing posisi main girder dan main box (R,L). Selama

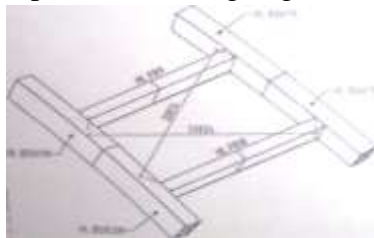
penyambungan box 4,5 (R/L) dan frame 1,2 maka akan dilakukan pengecekan jarak / clearance dari masing-masing bagian box 4,5 (R/L) dan frame 1,2 dengan MB dengan menggunakan dimension check dan apabila sudah selesai, maka akan dilakukan pengelasan penuh.



Gambar 5.23 Assembly box 4,5 dan frame 1,2 (R,L)

- *Pre Assembly box 11,12 dan frame 9,10*

Pre assembly box 11,12 dengan frame 9,10 merupakan rangkaian konstruksi posisi bagian atas jembatan yang terdiri dari box yang merupakan posisi memanjang dan frame adalah posisi melintang bagian atas jembatan.



Gambar 5.24 Assembly box 11,12 dan frame 9,10 (R,L)

Perakitan box 11,12 R/L dan frame 9,10 yang merupakan posisi awal penghubung antara MB dengan Box pada gambar 5.24 dengan cara yang sama dilakukan perakitan terlebih dahulu pada area assembly untuk mempermudah pemasangan pada saat di atas, selama pemasangan di atas akan dilakukan pengecekan dimensi jarak antar kedua posisi dan apabila terjadi *misalignment* akan dilakukan fitting ulang dengan menggunakan pengukuran dan dongkrak hidrolik untuk pengaturan.

- *Pre Assembly box 6,7,8,9,10 (R,L)*

Pre Assembly box 6,7,8,9,10 merupakan rangkaian konstruksi memanjang posisi bagian atas jembatan yang terdiri dari box yang akan diassembly menjadi satu kesatuan agar memudahkan dalam pemasangan pada saat di atas. Selama pemasangan di atas akan dilakukan pengecekan dimensi jarak antara posisi kanan dan posisi kiri dan apabila terjadi *misalignment* akan dilakukan fitting ulang

atau penyetelan kembali untuk memberikan posisi yang tepat yaitu dengan cara pengukuran dan dongkrak hidrolis untuk pengaturan.



Gambar 5.25 *PreAssembly Box (R,L)*

Gambar 5.25 merupakan perakitan box 6,7,8,9 dan 10 (R,L) dilakukan di bawah untuk memudahkan dalam pemasangan di atas, selama perakitan box 6,7,8,9 dan 10 (R,L) dibawah dilakukan pengecekan dimensi untuk menghindari adanya deformasi yang berlebihan. Perakitan awal box 6,7,8,9 dan 10 (R,L) dilakukan dengan cara pengelasan disamping itu juga dilakukan plat tambahan sementara berupa *eye plate* pada box untuk *handling* pada proses pemasangan diatas dengan menggunakan crane.



Gambar 5.26 *Assembly Box (R,L)*

Pemasangan konstruksi bagian atas dilakukan dengan cara proses pengelasan yang terdiri dari box dan frame. Assembly box 6, 7, 8, 9, 10 (R, L) setelah selesai tersambung, maka bagian frame akan dilakukan pemasangan secara bergantian dengan cara pengelasan dengan bantuan crane gambar 5.26. Pemasangan frame dilakukan sesuai dengan ukuran dan posisi letak frame, selama proses pemasangan frame dilakukan pengecekan dimensi dari masing-masing frame untuk mendapatkan ketepatan posisi terhadap box dan apabila terjadi deformasi, maka akan dilakukan fitting ulang atau penyetelan ulang terhadap box dengan frame untuk mendapatkan ukuran yang sesuai di bawah toleransi yang diijinkan yaitu  $\pm 5$  mm.

## 5.7 Proses Coating

Proses pekerjaan assembly konstruksi jembatan yang sudah selesai, maka akan dilakukan pelapisan yang digunakan untuk melindungi dari proses korosi.

Tabel V.11 Tipe coating pada jembatan

System	Coats	Grade	Ketebalan ( $\mu$ )
Welding Connection	Blasting	(ISO-Sa2 or St2)	-
	Primer	Epoxy	80
	Finish coat	Aliphatic Polyurethane	80
Box inside	Blasting	(ISO – Sa 2 ½)	-
	Primer	Epoxy	80
Steel structure Coating	Blasting	(ISO – Sa 2 ½)	-
	Primer	Epoxy	80
	Intermediate	High Build Epoxy	120
	Finish coat	Aliphatic Urethane	80

(Sumber: PT.PAL Indonesia)

Pada tabel V.23 merupakan *standar coating* atau pelapisan konstruksi jembatan dimana untuk masing-masing konstruksi mempunyai ketebalan yang berbeda. Standar untuk ISO-Sa2 adalah *standard abrasive* level 2 yang merupakan tingkat kebersihan permukaan material sebesar 65% dari minyak, karat, dan lapisan cat atau St2 adalah *standard tooling* level 2, sedangkan untuk Sa 2 ½ adalah *standard abrasive* level 2 ½ yang merupakan tingkat kebersihan permukaan material sebesar 85% dari minyak, karat, dan lapisan cat).

## 5.8 Metode Inspeksi

Inspeksi dilakukan setelah pengerjaan konstruksi jembatan selesai dirakit semua dengan, proses pemeriksaan dilakukan dengan metode NDT (*non destructive test*) untuk bagian yang dilakukan pengelasan yaitu untuk konstruksi bagian atas jembatan dan untuk konstruksi bagian bawah jembatan yang merupakan proses perakitan menggunakan sistem baut akan dilakukan ukuran pengencangan baut menggunakan torsi meter, metode pemeriksaan diantaranya sebagai berikut :

1. Konstruksi bagian bawah





Gambar 5.27 Konstruksi bagian bawah jembatan

Tabel.V.12 Ukuran Pengencangan Baut

Bolt Size (mm)	Bolt Tension (kN)	Torque Moment (Nm)	Torque Wrench
M24	210	750	36
M20	147	450	30
M16	91	260	24

Tabel.V.13 Tipe Sambungan Baut

Connection	Bolt Size	Top	Side	Bottom
MB8-MG1	M24	100-M24x120	174-M24x100	196-M24x140
MG1-MG2	M24	96-M24x115	192-M24x90	216-M24x140
MG2-MG3	M24	80-M24x105	192-M24x90	252-M24x140
MG5-MG6	M24	64-M24x105	192-M24x90	252-M24x140
MG6-MG7	M24	100-M24x120	174-M24x90	224-M24x135
MG7-MG8	M24	96-M24x120	162-M24x90	224-M24x135
MG8-MG9	M24	120-M24x135	162-M24x90	196-M24x135
MG9-MB9	M24	180-M24x135	144-M24x95	160-M24x130

Tabel.V.14 Tipe Sambungan *cross girder*

Connection Axis	Bolt Size	Top	Side	Bottom
14, 34	M24	16-M24x90	88-M24x70	36-M24x105
15 & 33	M24	36-M24x105	60-M24x70	36-M24x105
16,17,18,19,20,21, 22,23,24,25,26,27, 28,29,30,31,32	M24	16-M24x95	60-M24x70	24-M24x115

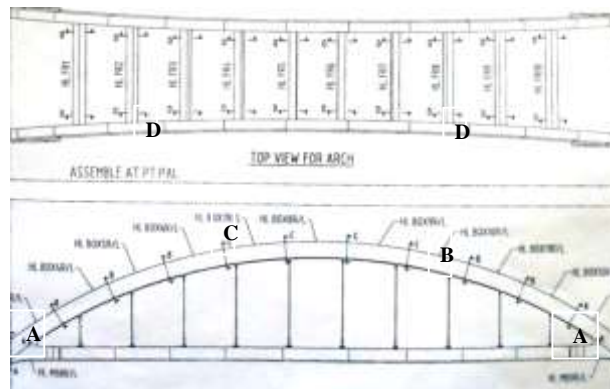
(Sumber : PT.PAL Indonesia)

Pada tabel V.24 merupakan proses pemeriksaan konstruksi bagian bawah gambar 5.27. tabel V.25 merupakan tipe sambungan baut pada konstruksi bawah yang mempunyai nilai dan ukuran yang berbeda dan pada tabel V.26 merupakan



sambungan baut antar cross girder. Pada pemeriksaan konstruksi bagian bawah jembatan dilakukan dengan cara memeriksa pengencangan baut dengan menggunakan torsi meter dengan nilai yang berbeda-beda pada masing-masing ukuran baut yang akan diperiksa dan apabila pengencangan baut pada masing-masing posisi terjadi penegnduran atau kurang kencang, maka akan dilakukan pengencangan ulang dengan nilai torsi yang diijinkan.

## 2. Konstruksi bagian atas



Gambar 5.28 Daerah bagian pemeriksaan

Tabel.V.15 Posisi Pemeriksaan

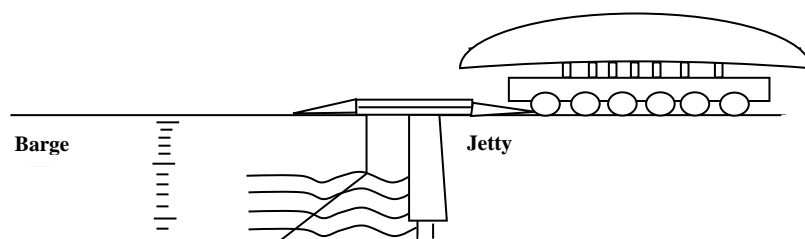
Position	NDT	Porsion	Standard
A-A, B-B, C-C, E-E	UT	50 %	AWS D1.5 Part D
D-D	MT	50 %	ASTM E 709
-	PT	100 %	AWS D1.5 Part D

(Sumber: PT.PAL Indonesia)

Pada proses pemeriksaan konstruksi bagian atas gambar 5.28 akan dilakukan pemeriksaan NDT (*non destructive test*) dengan mengacu pada standart yang dipakai pada tabel V.27 untuk mendapatkan kualitas yang sesuai dengan kriteria yang diharapkan. Pada pengujian NDT yang dilakukan untuk masing-masing posisi mempunyai tipe pengujian antara lain adalah *ultrasonic test*, *magnetic test*, dan *penetrant test*. Apabila ditemukan adanya *defect* atau cacat pada konstruksi bagian atas yang menggunakan sistem pengelasan, maka akan dilakukan *reweld*.

## 5.9 LoadOut

Loadout adalah proses pemindahan struktur bangunan (berupa *jacket* atau *deck*) yang telah selesai difabrikasi dari darat ke atas tongkang (*barge*).



Gambar 5.29 Proses *loadout*

Proses loadout adalah proses yang kompleks yang membutuhkan perencanaan yang matang agar dapat berjalan dengan lancar. Pada proses loadout jembatan rangka baja menggunakan *Self Propelled Modular Transporter* (SPMT) dimana pada jembatan baja ini diletakkan diatas SPMT dengan menggunakan balok kayu yang tersusun diatas hidrolis SPMT yang berfungsi sebagai bantalan terhadap konstruksi jembatan dengan hidrolis gambar 5.29.

Dalam proses loadout, data dari jembatan yang akan di loadout dapat dilihat pada tabel V.25:

Tabel V.16 Data struktur jembatan untuk proses loadout.

No.	Deskripsi	Size
1.	Panjang bentangan ( <i>center span</i> )	120 meter
2.	Lebar bentangan	21 meter
3.	Berat bentangan	2000 ton

Peralatan dan fasilitas yang digunakan untuk proses loadout jembatan dapat dilihat pada tabel V.26

Tabel V.17 Peralatan yang digunakan untuk proses loadout.

No	Deskripsi	Size	Jumlah
1.	<i>Ballastable barge deck cap.</i> 20 t/m <sup>2</sup>	100.6 m x 33.5 m x 6.1 m	2 unit
2.	<i>Self Propelled Modular Transporter</i>	144 MT/unit	20 unit
3.	<i>Rampdoor + rampway</i>	2400 x 370 m	2 set
4.	<i>Tugboat</i>	-	2 unit

Pada proses loadout kemampuan barge atau volume displacement lebih besar dari beban jembatan (*cargo*), dimana untuk dalam proses loadout diperlukan data-data sebagai berikut: (Nobel Denton, 2015)

1. *Draft* (sarat) kapal yang merupakan muatan maksimum yang dapat diangkut oleh kapal.

Meliputi: *draft* depan, *draft* tengah kapal dan *draft* belakang.

2. *Hydrostatic table* adalah daftar kondisi kapal yang berisi tentang pusat titik apung untuk setiap compartment.

Meliputi: *Ton per centimeter* (TPC), *Longitudinal Center of Floating* (LCF).

3. *Moment To Change Trim* (MTC) adalah gaya yang dibutuhkan untuk merubah trim kapal sebesar 1 cm.

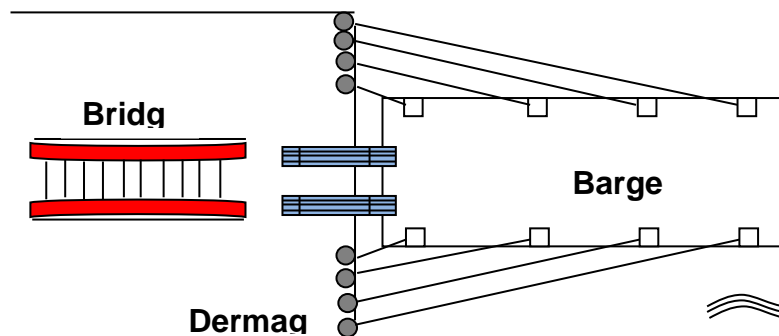
Persiapan loadout antara lain

7. Melakukan survey terhadap kondisi lingkungan yaitu kondisi cuaca yang baik dengan memperhatikan kecepatan angin dan kondisi pasang surut air laut untuk mengetahui kedalaman kolam yang digunakan untuk ketinggian pengapungan dari *barge*.
8. Melakukan persiapan kondisi *bollard* dermaga agar mampu untuk proses tambat (*mooring*) dari barge selama proses loadout.
9. Menentukan kombinasi kekuatan ramp plate sebagai *rampway* SPMT dari dermaga menuju ke atas barge agar mampu menumpu beban dari SPMT pada saat proses loadout.
10. Kondisi barge dalam melakukan *Ballast* dan *De-ballasting* yang dipengaruhi oleh kapasitas pompa yang dimiliki oleh barge untuk mengetahui waktu yang diperlukan dalam menaikkan dan menurunkan draft dari barge atau kondisi trim dari barge.
11. Mempersiapkan tugboat untuk proses tambat dan membantu selama proses loadout.
12. Proses *weighing* dari SPMT diperlukan untuk mengetahui karakteristik beban dari jembatan sebelum dilakukan proses load out dimana beban jembatan dinaikan dan diturunkan dengan menggunakan SPMT yang dipasang dengan loadcell.

## 5.9 .1 Persiapan Loadout

### Barge mooring

Barge atau tongkang disandarkan pada dermaga dengan posisi berhadapan dengan dermaga sebagai jalur masuk untuk proses loadout, proses penambatan dilakukan sesuai dengan susunan penambatan untuk menghindari kondisi *trim* dan *heeling* yang berlebihan dimana untuk *trim* maksimum yang diijinkan 300 cm dan maksimum kondisi *heeling* yang diijinkan 100 cm pada gambar 5.30. (Nobel Denton, 2015).



Gambar 5.30 Loadout jembatan

Mempersiapkan support landasan atau jig pada gambar 5.31 untuk dipasang pada barge sebagai penumpu dari jembatan setelah berada diatas barge.



Gambar 5.31 Support pada barge

Support beban yang diletakkan diatas barge yang digunakan sebagai tempat peletakan jembatan agar tidak langsung menyentuh pada permukaan barge sehingga mempersulit proses pengangkutan ke darat dan sebagai pengencangan (*sea fastening*) pada saat kondisi berlayar agar tidak terjadi guncangan pada saat terjadi kondisi ombak di lautan.

Pengaturan pompa ballast pada barge dengan cara melakukan pengetesan kecepatan pompa ballast dari barge untuk mentransfer antar tangki ballast, kapasitas pompa menentukan kecepatan proses mentransfer antar tanki.



Gambar 5.32 Ramp door untuk loadout

Melakukan penyusunan *ramp way* untuk jalur SPMT dari dermaga menuju barge dengan cara mengkombinasikan susunan *ramp way* menjadi beberapa bagian yang terdiri dari 1 *ramp door* dan 2 *ramp way* untuk masing-masing sisi kanan dan kiri pada gambar 5.32.

## 5.9 .2 Proses Loadout

### Tahap 1

Barge diposisikan di depan dermaga dengan susunan penambatan yang sudah direncanakan, pompa ballast dioperasikan untuk mendapatkan kondisi ketinggian barge lebih tinggi 100 mm dengan posisi tinggi dermaga. Semua *jig*/landasan yang menumpu pada jembatan dihilangkan/dirobohkan untuk mendapatkan akses jalan agar tidak mengganggu jalur loadout SPMT. Persiapan *ramp way* dan *ramp door* diatas jembatan disusun antara dermaga dengan barge dengan jarak 700 mm. Jarak antar SPMT kanan dan kiri diposisikan antara 8000 mm dari posisi tengah poros SPMT untuk menumpu titik berat jembatan.



Gambar 5.33 Barge pada dermaga

### Tahap 2

Direncanakan formasi SPMT yang digunakan dalam proses loadout adalah 4 buah formasi SPMT. SPMT dioperasikan dengan menyalakan PPU (*power pack unit*) untuk menjalankan SPMT, perlahan hidrolis SPMT dinaikkan untuk mengangkat beban jembatan sampai mendapatkan ketinggian posisi bagian bawah jembatan terangkat dengan ketinggian diatas kondisi barge dan perlahan SPMT

berjalan menuju *ramp way* dan *ramp door* untuk masuk keatas barge, ketika posisi roda SPMT masuk diatas barge, maka pompa ballast dioperasikan untuk mempertahankan posisi permukaan barge tetap dalam keadaan sama terhadap ketinggian dermaga. Kondisi trim dari barge pada saat SPMT masuk diatas barge adalah untuk draft sisi kanan 3.2 m dan draft sisi kiri 3.2 m. Kondisi *heeling* dari barge adalah nol, sehingga tidak terjadi kemiringan.



Gambar. 3.34 Kondisi draft pada saat loadout

### Tahap 3

Kondisi ballast dari barge tetap dimonitor untuk mempertahankan kondisi barge dengan dermaga tetap dalam keadaan sama, nilai ketinggian draft dari barge dapat menjadi ukuran dalam menentukan kondisi trim dan *heeling* dari barge pada saat SPMT masuk keatas barge. Ramp way dan ramp door merupakan jalur masuk dari SPMT, sehingga perlu dimonitor pada saat SPMT melintas diatas ramp door dan ramp way tersebut, beban keseluruhan dari jembatan adalah 2000 ton, sehingga kekuatan dari ramp door ini direncanakan 500 ton untuk mampu menopang masing-masing beban dari SPMT.



Gambar 5.35 Rampway untuk *loadout*

#### Tahap 4

SPMT masuk keatas barge dengan keseluruhan, maka kondisi draft dari barge untuk posisi kanan adalah 3.6 m dan posisi kiri 3.6 m dimana beban dari SPMT sudah masuk semua keatas barge dan beban jembatan akan diletakkan diatas support yang telah dipasang diatas barge untuk menopang dari beban jembatan.



Gambar 5.36 Loadout jembatan ke atas barge

## BAB 6

### ANALISA EKONOMIS PEMBANGUNAN JEMBATAN BAJA

#### 6.1 Analisa Ekonomis

Pada bab ini akan dilakukan pembahasan mengenai analisa ekonomis pada pembangunan jembatan rangka baja diantaranya yaitu pemakaian jam orang, fasilitas yang digunakan dalam proses assembly dan jam mesin yang dipakai dalam perakitan jembatan baja ini.

Dalam pengerjaan perakitan jembatan baja ini dilakukan dengan menggunakan pekerja langsung dari pihak galangan kapal PT.PAL Indonesia yang merupakan dari pekerja bagian HC atau *hull construction* karena pekerjaan assembly jembatan adalah pekerjaan yang banyak melibatkan bidang konstruksi dan tidak ada pekerjaan pengoperasian maupun pengetesan dalam operasional seperti halnya pembangunan kapal.

#### 6.2 Jam Kerja

Menurut data tahun 2013 jumlah karyawan yang ada pada Divisi Kapal Niaga (DKN) adalah 311 orang, sehingga jam orang (JO) yang tersedia pada DKN adalah jam efektif (80% dari jam orang normal 8 jam atau sebesar 6,4 jam) dikali jumlah karyawan, sehingga JO yang tersedia di DKN adalah 311 dikalikan dengan 6,4 jam adalah sebesar 1990,4 jam per hari. Pembebanan pekerjaan merupakan dasar penentuan perencanaan jam orang (JO) yang dibutuhkan untuk pekerjaan. Pekerjaan pada perakitan jembatan baja ini meliputi: *pre assembly, assembly, fitting, install, welding, painting* dan *touch up*. Pekerjaan assembly jembatan baja ini terdiri dari penggunaan jam orang, jam mesin dan jam fasilitas yang digunakan diantaranya adalah:

1. Jam orang adalah jumlah jam pekerja yang dibutuhkan untuk mengerjakan suatu pekerjaan sampai selesai.

Contohnya: Pekerja langsung dan pekerja tidak langsung

2. Jam Fasilitas adalah jumlah jam fasilitas *material handling* yang digunakan dalam mengerjakan suatu pekerjaan.

Contohnya: *Overhead crane, mobile crane, forklift*



3. Jam Mesin adalah jumlah jam mesin yang digunakan untuk mengerjakan suatu pekerjaan.

Contohnya: Peralatan permesinan, *painting*, mesin las, *shot blasting*

Dalam pekerjaan *assembly* jembatan ini dibutuhkan beberapa pekerja yang diperlukan diantaranya meliputi *fitter*, *welder*, *operator*, dan *quality control*

Tabel VI.1 Penggunaan jam untuk assembly

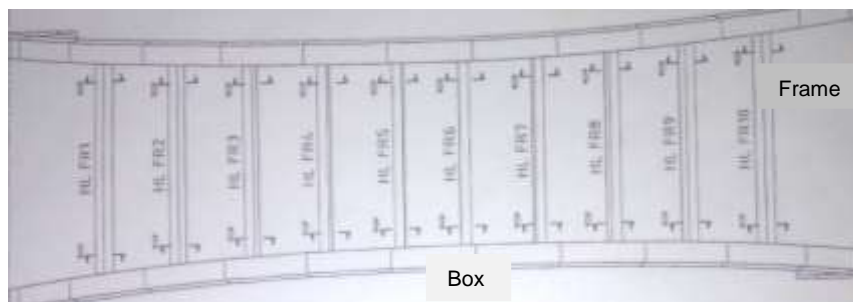
Item Pekerjaan	Penggunaan Jam	Jumlah	Jumlah Pekerja	Total
Assembly Jig I	Jam Orang	4254	30	4256
	Jam Fasilitas	16		
Shot Blasting	Jam Mesin	66	37	5525
	Jam Orang	5301		
	Jam Fasilitas	158		
Fabrikasi MG dan MB	Jam Mesin	117	46	6875
	Jam Orang	6597		
	Jam Fasilitas	161		
Assembly MG dan MB	Jam Mesin	115	23	3656
	Jam Orang	3399		
	Jam Fasilitas	142		
Painting	Jam Mesin	158	13	2296
	Jam Orang	1900		
	Jam Fasilitas	238		
Assembly Jig II	Jam Mesin	184	18	2738
	Jam Orang	2554		
Assembly P2-P3 dan Assembly Arch I	Jam Mesin	168	37	5482
	Jam Orang	5267		
	Jam Fasilitas	47		
Assembly P3-P4 dan Assembly Arch II	Jam Mesin	174	39	5878
	Jam Orang	5541		
	Jam Fasilitas	163		
Loadout	Jam Orang	3173	22	3173

Total jam yang dibutuhkan dalam pengerjaan proyek assembly jembatan sampai dengan proses loadout adalah

- Total jam orang 37986 jam.
- Total jam fasilitas 925 jam.
- Total jam mesin 982 jam.











Total penggunaan jam sampai dengan proses loadout adalah 39893 jam.

Pengelasan pada konstruksi bagian atas jembatan ada pada gambar 6.1:



Gambar 6.1 Pandangan atas jembatan











Tabel VI.2 Konsumsi pengelasan assembly konstruksi antar box

Kawat las (roll)	Berat kawat las (kg)	Nama Konstruksi	Konstruksi Sambungan
4 roll	4 x 15 kg = 60 kg	MB3 - box 4	MB3  b4
4 roll	4 x 15 kg = 60 kg	box 4 - box 5	b4  b5
4 roll	4 x 15 kg = 60 kg	box 5 - box 6	b5  b6
4 roll	4 x 15 kg = 60 kg	box 6 - box 7	b6  b7
4 roll	4 x 15 kg = 60 kg	box 7 - box 8	b7  b8
4 roll	4 x 15 kg = 60 kg	box 8 - box 9	b8  b9
4 roll	4 x 15 kg = 60 kg	box 9 - box 10	b9  b10
4 roll	4 x 15 kg = 60 kg	box 10 - box 11	b10  b11
4 roll	4 x 15 kg = 60 kg	box 11 - box 12	b11  b12
4 roll	4 x 15 kg = 60 kg	box 12 - MB13	b12  MB13

Konsumsi untuk pengelasan assembly konstruksi atas jembatan antar box untuk salah satu sisi adalah 4 roll dikalikan dengan jumlah sambungan masing-

masing box adalah 4 dikalikan 10 sambungan antar box sehingga menjadi 40 roll kawat las untuk satu sisi antar box, dimana dalam assembly konstruksi bagian atas jembatan mempunyai dua sisi yaitu kanan dan kiri, sehingga total konsumsi kawat las yang digunakan untuk proses pengelasan assembly antar box adalah 40 dikalikan 2 yaitu menjadi 80 roll kawat las. Konsumsi kawat las yang digunakan untuk proses assembly antar box adalah 80 roll, sehingga konsumsi gas acetelyn yang dibutuhkan adalah  $80 \times 1,5 = 120$  botol.

Tabel VI.3 Konsumsi pengelasan assembly konstruksi box dengan frame

Kawat las (roll)	Berat kawat las (kg)	Nama Konstruksi	Sambungan Konstruksi
2 roll	$2 \times 15 = 30$ kg	frame 1 - box 4	box4  box4
2 roll	$2 \times 15 = 30$ kg	frame 2 - box 5	box5  box5
2 roll	$2 \times 15 = 30$ kg	frame 3 - box 6	box6  box6
2 roll	$2 \times 15 = 30$ kg	frame 4 - box 7	box7  box7
2 roll	$2 \times 15 = 30$ kg	frame 5 - box 8	box8  box8
2 roll	$2 \times 15 = 30$ kg	frame 6 - box 8	box8  box8
2 roll	$2 \times 15 = 30$ kg	frame 7 - box 9	box9  box9
2 roll	$2 \times 15 = 30$ kg	frame 8 - box 10	box10  box10
2 roll	$2 \times 15 = 30$ kg	frame 9 - box 11	box11  box11
2 roll	$2 \times 15 = 30$ kg	frame 10 - box 12	box12  box12

Konsumsi untuk pengelasan assembly konstruksi atas jembatan antara frame dengan box adalah 2 roll dikalikan 2 untuk sisi kanan dan kiri box, sehingga menjadi 4 roll sedangkan jumlah sambungan frame terhadap box adalah 10 sambungan, sehingga total sambungan 4 roll dikalikan 10 sambungan menjadi 40 roll kawat las. Konsumsi gas acetelyn yang dibutuhkan untuk proses pengelasan frame dengan box adalah  $40 \text{ roll} \times 1,5 = 60$  botol.

Total penggunaan kawat las dan gas acetelyn untuk proses assembly satu jembatan (*center span*) untuk konstruksi bagian atas jembatan bisa dilihat pada tabel VI.4:

Tabel VI.4 Total Penggunaan Kawat las dan Gas

No.	Assembly Konstruksi	Kawat las (roll)	Gas acetelyn (botol)
1.	Box dengan Box	80	120
2.	Frame dengan frame	40	60

Konsumsi material untuk pengerjaan 1 bagian atas jembatan memerlukan 120 roll kawat las dan gas acetelyn sebesar 180 botol.

### 6.3 Estimasi Pengeluaran

Dari perhitungan yang telah dilakukan dalam pengerjaan perakitan jembatan baja di galangan, maka estimasi pengeluaran biaya untuk proses pengerjaan jembatan meliputi antara lain dari persiapan pembuatan jig atau landasan yang digunakan untuk penopang jembatan pada saat proses perakitan sampai jembatan selesai untuk dilakukan proses peluncuran adalah

- Biaya Pembuatan jig

Pembuatan jig digunakan untuk landasan atau dudukan dari konstruksi jembatan pada setiap titik tumpu dengan jumlah sebesar 21 titik, sehingga kebutuhan material sebagai berikut:

Tabel VI.5 Kebutuhan material pembuatan jig

Pekerjaan		Items	Volume	Biaya		Total
				Unit	Harga Satuan	
Assembly Jig I						
	Plat AH 36 (6000 x 1800 x 20)	Plat	10	Lembar	11.000.000	11.000.0000
	SMAW Welding Machine					
	Electrode	Electroda	2	Ton	17.000.000	34.000.000
	Goliath Crane	Jam operasi	16	Jam	5.000.000	80.000.000

- Biaya Shot blasting

Proses blasting merupakan proses pembersihan permukaan material dari kotoran maupun karat yang menempel pada plat, sehingga kebutuhan untuk proses blasting sebagai berikut:

Tabel VI.6 Kebutuhan material shot blasting

Pekerjaan		Items	Volume	Biaya		Total
				Unit	Harga Satuan	
Shot Blasting						
	Sand blasting	Sand blast	50	m²	34.000	1.700.000
	LLC 40 Ton	Jam operasi	158	Jam	3.000.000	474.000.000

- Biaya Fabrikasi MG dan MB

Fabrikasi MG (*main girder*) dan MB (*main box*) merupakan proses pembuatan sambungan konstruksi bagian bawah (MG) dengan konstruksi bagian atas (MB) dengan kebutuhan material sebagai berikut:

Tabel VI.7 Kebutuhan material fabrikasi MG dan MB

Pekerjaan		Items	Volume	Biaya		Total
				Unit	Harga Satuan	
Fabrikasi MG dan MB						
	Plat SM 490YB	Plat	10	Lembar	11.000.000	110.000.000
	CNC Plasma Cutting	Gas acetelyn	50	Btl	365.000	18.250.000
	FCAW Welding Machine	Manual				
	Electrode	Elektroda	20	Roll	250.000	5.000.000
	Gas Acetelyn	Gas acetelyn	12	Btl	365.000	4.380.000
	LLC 40 Ton	Jam operasi	161	Jam	3.000.000	483.000.000

- Biaya Assembly MG dan MB

Assembly MG (*main girder*) dan MB (*main box*) merupakan proses perakitan antara konstruksi bagian bawah (MG) dengan konstruksi bagian atas (MB) dengan kebutuhan material sebagai berikut:

Tabel VI.8 Kebutuhan material assembly MG dan MB

Pekerjaan		Items	Volume	Biaya		Total
				Unit	Harga Satuan	
Assembly MG dan MB						
	FCAW Welding Machine					
	Electrode	Elektroda	30	Roll	250.000	75.000.000
	Gas Acetelyn	Gas acetelyn	18	Btl	365.000	6.570.000
	LLC 40 Ton	Jam operasi	142	Jam	3.000.000	426.000.000

- Painting

Proses painting (pengecatan) dilakukan untuk pelapisan dan menghindari proses korosi yang terjadi pada konstruksi jembatan yang akan dipasang nantinya.

Tabel VI.9 Kebutuhan material untuk painting

Pekerjaan		Items	Volume	Biaya		Total
				Unit	Harga Satuan	
Painting						
	Cat Epoxy	Epoxy	500	Liter	65.000	32.500.000
	Cat AC	AC	1200	Liter	74.000	88.800.000
	Cat BTP	Coating	150	Liter	100.000	15.000.000
	LLC 40 Ton	Jam operasi	238	Jam	3.000.000	714.000.000

- Biaya Assembly jig

Assembly jig merupakan proses perakitan jig atau landasan untuk digunakan sebagai dudukan konstruksi jembatan selama proses perakitan jembatan.

Tabel VI.10 Kebutuhan material untuk assembly jig

Pekerjaan		Items	Volume	Biaya		Total
				Unit	Harga Satuan	
Assembly Jig II						
	Plat AH 36 (6000 x 1800 x 20)	Plat	10	Lembar	11.000.000	110.000.0000
	SMAW Welding Machine					
	Electrode	Electroda	1	Ton	17.000.000	17.000.000

- Biaya Assembly P2-P3

Pengerjaan *centerspan* atau bentangan tengah dari jembatan adalah pada pengerjaan P2-P3 yang merupakan bagian tengah jembatan yang dilakukan pada *grand assembly area* galangan dan kebutuhan material yang digunakan sebagai berikut:

Tabel VI.11 Kebutuhan material assembly P2-P3

Pekerjaan		Items	Volume	Biaya		Total
				Unit	Harga Satuan	
Assembly P2-P3						
	Pengunci Baut / <i>impact wrench</i>	760 Nm	5	Pcs	1.200.000	6.000.000
	Pengukur Torsi/ <i>Torque wrench</i>	210 kN	5	Pcs	10.900.000	54.500.000
	Assembly Arch I					
	FCAW Welding Machine					
	Electrode	Elektroda	80	Roll	250.000	20.000.000
	Gas Acetelyn	Gas acetelyn	120	Btl	365.000	43.800.000
	Goliath Crane	Jam operasi	47	Jam	5.000.000	235.000.000

- Biaya Assembly P3-P4

Pengerjaan Assembly P3-P4 merupakan *centerspan* yang kedua atau bentangan tengah bagian kedua dari konstruksi jembatan yang dibangun pada area *grand assembly* dan kebutuhan material yang digunakan sebagai berikut:

Tabel VI.12 Kebutuhan material assembly P3-P4

Pekerjaan		Items	Volume	Biaya		Total
				Unit	Harga Satuan	
Assembly P3-P4						
	Pengunci Baut / <i>impact wrench</i>	760 Nm	5	Pcs	1.200.000	6.000.000
	Pengukur Torsi/ <i>Torque wrench</i>	210 kN	5	Pcs	10.900.000	54.500.000
	Assembly Arch II					
	FCAW Welding Machine					
	Electrode	Elektroda	80	Roll	250.000	20.000.000
	Gas Acetelyn	Gas acetelyn	120	Btl	365.000	43.800.000
	Goliath Crane	Jam operasi	163	Jam	5.000.000	815.000.000

Total konsumsi penggunaan material yang digunakan untuk masing-masing pekerjaan perakitan jembatan di galangan pada tabel VI.5 yaitu:

Tabel VI.13 Total Pengeluaran Material Pekerjaan

No.	Jenis Pekerjaan	Biaya
1.	<i>Assembly Jig</i>	Rp. 224.000.000
2.	<i>Shot Blasting</i>	Rp. 475.700.000
3.	Fabrikasi MG dan MB	Rp. 620.630.000
4.	Assembly MG dan MB	Rp. 440.070.000
5.	<i>Painting</i>	Rp. 850.300.000
6.	<i>Assembly Jig II</i>	Rp. 127.000.000
7.	<i>Assembly P2-P3</i>	Rp. 359.300.000
8.	<i>Assembly P3-P4</i>	Rp. 939.300.000
<b>TOTAL</b>		<b>Rp. 4.036.300.000</b>

Pada tabel VI.13 total pengeluaran material pekerjaan pada perakitan jembatan terdapat nilai biaya yang paling tinggi yaitu pada *assembly* P3-P4 yang disebabkan adanya penggunaan *goliath crane* yang cukup lama.

- Estimasi pengeluaran untuk tenaga kerja produksi adalah berupa gaji dimana upah tenaga kerja merupakan biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan untuk proses perakitan jembatan. Upah tenaga kerja dihitung untuk *cost/man hour* atau Rp/JO, di galangan jumlah upah yang diterima oleh pekerja berupa gaji bulanan, sehingga di konversikan ke dalam Rp/JO, sehingga didapatkan besarannya adalah
  - Jam efektif per hari : 80 % jam orang normal = 80% x 8 jam = 6,4 jam/hari
  - Hari efektif per minggu: 5 hari kerja.
  - Rata-rata gaji pekerja: Rp. 3.500.000/ bulan
  - Kurs dollar: Rp. 13.500/\$

Upah pekerja untuk Rp/JO adalah Rp.27.344/JO atau 2.02 \$/JO, sehingga upah tenaga kerja pada pekerjaan jembatan adalah

Tabel VI.14 Estimasi upah tenaga kerja

No.	Jenis Pekerjaan	JO	Rp/JO	Total Gaji
1	<i>Assembly Jig</i>	4256	27.344	Rp. 116.320.312,50
2	<i>Shot Blasting</i>	5301	27.344	Rp. 142.450.000
3	Fabrikasi MG dan MB	6597	27.344	Rp. 180.386.718,75
4	Assembly MG dan MB	3399	27.344	Rp. 92.941.406,25
5	<i>Painting</i>	1900	27.344	Rp. 51.953.125
6	<i>Assembly Jig II</i>	2554	27.344	Rp. 69.835.937,50
7	<i>Assembly P2-P3</i>	5267	27.344	Rp. 144.019.531,25
8	<i>Assembly P3-P4</i>	5541	27.344	Rp. 151.511.718,75
9	<i>Loadout</i>	3173	27.344	Rp. 86.761.718,75
<b>Total</b>				<b>Rp. 1.036.214.200,75</b>

Perhitungan upah tenaga kerja yang terlibat pada perakitan jembatan ini adalah tenaga kerja yang terlibat langsung dalam pengerjaan perakitan jembatan dari mulai pembuatan jig sampai dengan proses perakitan pada *grand assembly* dan sampai proses *loadout* atau peluncuran Tabel VI.14 yang merupakan upah tenaga kerja.



#### 6.4 Estimasi Pendapatan Galangan

Pendapatan galangan pada suatu proyek pengerjaan pembangunan jembatan dapat dilihat pada tabel VI.15.

Tabel VI.15 Estimasi pendapatan galangan

No.	Jenis Biaya	Biaya	Nilai Proyek
1.	Biaya Proyek Pembangunan Jembatan		Rp. 20.000.000.000
2.	Biaya material dalam Pembangunan Jembatan	Rp. 4.036.300.000	
3.	Biaya Tenaga Kerja	Rp. 1.036.214.200,75	
4.	Total Pengeluaran	Rp. 5.072.514.200.75	Rp. 5.072.514.200,75
5.	Keuntungan		<b>Rp. 14.927.485.799,25</b>

Keuntungan yang diperoleh oleh galangan dalam pembangunan jembatan ini adalah nilai proyek yang diperoleh dikurangi dengan biaya pengeluaran proyek yaitu berupa biaya pengerjaan dan biaya gaji pekerja, sehingga keuntungan dari galangan sebesar Rp.14.927.485.799,25 sehingga dari keuntungan tersebut dapat digunakan untuk membayar biaya operasional galangan.

Dari pengerjaan pembangunan jembatan, maka diperoleh keuntungan secara ekonomi bahwa pengerjaan jembatan memberikan dampak keuntungan terhadap galangan dengan memaksimalkan kapasitas yang dimiliki oleh galangan PT. PAL Indonesia.

## **BAB 7**

### **KESIMPULAN**

#### **7.1 Kesimpulan**

Dari hasil analisa dan perhitungan dalam penelitian ini, maka dapat ditarik kesimpulan antara lain:

1. Potensi perakitan jembatan oleh galangan PT. PAL Indonesia bisa dilakukan karena daya dukung tanah yang dimiliki oleh galangan sebesar  $12 \text{ ton/m}^2$  dimana untuk beban terbesar dari jembatan adalah 114,41 ton, sehingga untuk daya dukung tanah yang bisa dipakai sebesar  $10,85 \text{ ton/m}^2$  yang masih di bawah batas maksimum daya dukung tanah di galangan.
2. Teknologi yang dibutuhkan dalam membangun jembatan baja bisa terpenuhi dengan adanya peralatan yang memadai berupa *goliath crane* dengan kapasitas SWL 275 ton dengan penggunaan jam fasilitas sebesar 238 jam. Penggunaan jam mesin dalam pekerjaan assembly paling besar adalah 184. Penggunaan jam orang terbesar dalam proses assembly adalah 5541 jam orang yang terjadi pada proses assembly *main girder* (MG), *cross girder* (CG) dan ST (*splice & bolt*).
3. Proses loadout pada jembatan dengan mempertimbangkan letak titik berat dari jembatan yang ditentukan oleh *center of gravity* sebagai kesetimbangan dan faktor kondisi yang mempengaruhi proses load out diantaranya keadaan cuaca, pasang surut air laut, kondisi bollard dermaga, ramp door, stabilitas barge dan kapasitas pompa ballast.
4. Kapasitas galangan PT. PAL Indonesia dalam membangun jembatan mempunyai kapasitas aktual fabrikasi sebesar 9468,693 ton/tahun, kapasitas sub assembly sebesar 9012,693 ton/tahun, kapasitas assembly MPL sebesar 8432,23 ton/tahun, kapasitas assembly CBL sebesar 2164,46 ton/tahun, kapasitas grand assembly sebesar 544 joint/tahun, dan kapasitas erection sebesar 412 joint/tahun.

5. Jika sisa kapasitas yang ada dimanfaatkan maksimal, maka keuntungan yang didapatkan oleh galangan dalam pembangunan jembatan baja di galangan dengan pengeluaran kebutuhan material Rp. 4.036.300.000 dan upah tenaga kerja sebesar Rp.1.036.214.200,75 adalah sebesar Rp. 14.927.485.799 per tahun.

## 7.2 Saran

1. Pembangunan jembatan baja di galangan PT.PAL Indonesia bisa dilakukan dari aspek fasilitas dan peralatan yang terdapat di galangan, namun dari aspek *engineering* atau desain perlu dilakukan pelatihan atau *training* dengan mempertimbangkan aspek konstruksi yang digunakan karena mempunyai karakteristik perbedaan dengan pembangunan kapal.
2. Analisa teknis dan analisa ekonomis dilakukan pada proses pembangunan jembatan adalah terbatas pada aspek kapasitas dan penggunaan pekerja pada jembatan ini, sedangkan pada proses loadout masih belum dibahas. Sehingga diharapkan pada penelitian selanjutnya bisa dibahas.

## DAFTAR PUSTAKA

- Asiyanto., 2008. Metode Konstruksi Proyek Jalan. Jakarta : Universitas Indonesia Press.
- Bambang, Hariadi., 2005. Strategi Manajemen. Jakarta : Bayumedia Publishing.
- Barlian, D.A, Imam Rochani, Soegiono., 2012. Analisis Waktu dan Pembiayaan Untuk Proses Loadout Jacket Structure Menggunakan Dolly dan Skidway. Tugas Akhir. ITS. Surabaya.
- Baroroh, Intan., 2007. Studi Pemodelan Peningkatan Kapasitas Produksi Galangan Kapal Dengan Metode Simulasi, Program Pasca Sarjana ITS, Surabaya.
- Charles G. Salmon, Jhon E, Johnson., 1990. Struktur Baja. Design dan perilaku, Jilid 1, Jakarta: Penerbit Airlangga.
- Diklat Kuliah., 1987. *Ship Economic*, FTK-ITS. Surabaya.
- Dipohusodo, Istimawan., 1996. Manajemen Proyek dan Konstruksi Jilid I, Penerbit Kanisius, Yogyakarta
- Drucker, P., 2006. *The Effective Executive*. Harperbusiness essential Publisher.
- Everett, E.A., 1981. *Productivity and Quality: Measurement As a Basis for Improvement*, Prentice Hall; 1<sup>st</sup> Edition.
- Fabricant, S., 1973. *Prespective on Productivity Research*. Conference on An Agenda for Economic Research on Productivity, Washington, D.C., April 6, 1973. Griffin, Ricky W., 2002. Manajemen Edisi 7 Buku 1. Jakarta: Erlangga.
- Harberg dan Rieple ., 2003 dalam Kusmawati., 2005. Diversification's effect on firm value, Journal Of Financial Economics, 37, 39-65
- Jansumarno, Supomo., 2010. Analisis Waktu Dan Biaya Penyelesaian Produksi

Kapal Akibat Ketidaksesuaian Gap Dan Misalignment Blok Pada Tahap Erektion Studi Kasus Pembangunan LPD 125 di PT.PAL Surabaya. Tugas Akhir. ITS. Surabaya

- Kurikulum SMK FTK ITS., 2003. Urutan dan Metode pembuatan Kapal, Departemen Pendidikan Nasional, Indonesia.
- Kusmawati., 2005. Pengaruh Diversifikasi Usaha, Leverage, dan Ukuran Perusahaan pada Profitabilitas Perusahaan Industri Terbuka di Bursa Efek Indonesia. *Jurnal Riset Akuntansi Aksioma*, 4(2): 100-126.
- Jielian Zheng and Jianjun Wang., 2017. “Concrete-Filled Steel Tube Arch Bridges in China”, *Journal Engineering*, Chinese.
- Lamb, T., 1998. *Ship Building Productivity and Competitiveness*, Dept. Naval Architecture, University of Michigan, Michigan.
- Manfaat, D., 2013. *Case-Based Design*. Jakarta ; Kompas Gramedia.
- Ma’ruf, B., 2007. “A Systematic Approach To Strategy Formulation For Medium-Sized Shipyard”. *Journal Manajemen Teknologi*, Vol. 6 N0. 2
- Ma’ruf, B., 2010. Analisa daya saing industry galangan kapal dengan menggunakan model yardstrat. Seminar Nasional Manajemen Teknologi. Surabaya: MMT-ITS
- Ma’ruf, B., 2014. Standarisasi Tipe dan Ukuran Kapal Untuk Daya Saing Berkesinambungan Bagi Industri Kapal Nasional. *Pertemuan dan Presentasi Ilmiah Standarisasi*.
- Mundel, E.M., 1998. *Motion and Time Study: Improving Productivity*. Prentice Hall. New York.
- Murdjito., 2010. Diktat Loadout prosedur, perhitungan dan analisa. FTK-ITS
- Nobel Denton., 2015. *Guidelines for Loadouts*, GL Nobel Denton Publisher.
- OECD., 2008. *Productivity Measurement Analysis*. OECD Publisher.

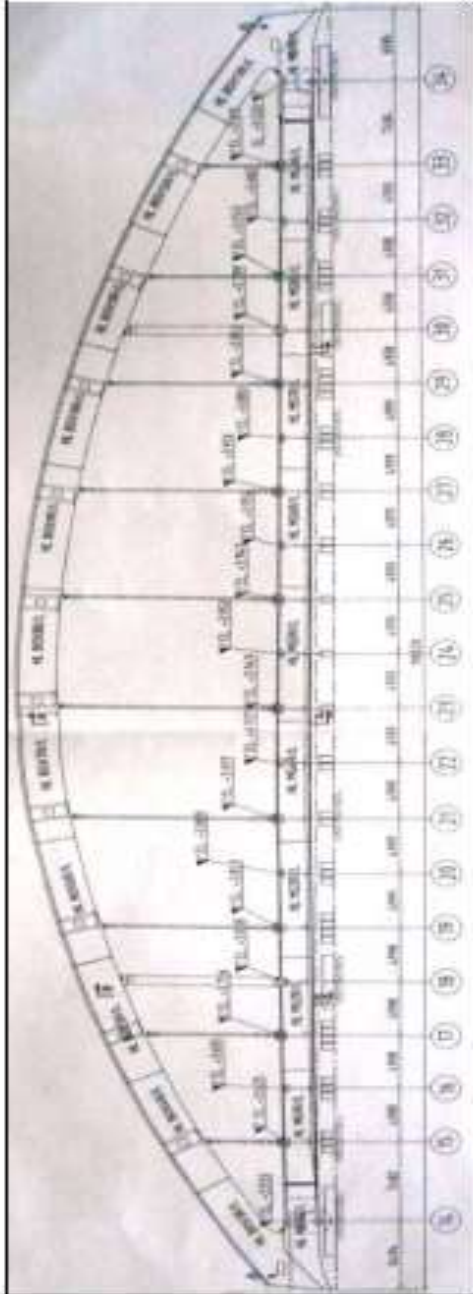
- Salim HS dan Budi Sutrisno., 2008. *Hukum Investasi Indonesia*. Jakarta: PT Raja Grafindo.
- Schermerhorn, JR., 1986. *Management for Productivity*, John Wiley & Sons, New York.
- Soeharto dan Soejitno., 1996. Teknik Produksi Kapal, Surabaya. Fakultas Teknologi Kelautan- ITS
- Storch, RL, C.P.Hammon, H.M. Bunch, and R.C. Moore.,1995. *Ship Production*, Cornell Maritime Press, Maryland.
- Struyk, H.J., 1995. Jembatan, Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- Stevenson, W.J., 2005. *Operations Management 10<sup>th</sup> Ed.*, The McGraw-Hill Publisher: New York
- Supomo, Heri., 2008. “Pengaruh Penggunaan Subkontraktor Terhadap Waktu Dan Biaya Per Compensated Gross Tonnage (Cost/Cgt) Dalam Pembangunan Kapal”. *Jurnal Kapal*, Vol. 5,No.2, ITS. Surabaya.
- Sumanth, D.J., 1997. *Total Productivity Management (TPmgt): A Systemic and Quantitative Approach to Compete in Quality, Price and Time*. CRC Press.
- Swasono, B., A.Zubaydi., 2010. “Strategi Produktivitas Tenaga Kerja dan Daya Saing”, *Jurnal Manajemen Bisnis*. Vol 3 No.2.
- Voughan, R, “*Productivity in Shipbuilding*”, Excerpt from the institution transaction, Volume 100, Newcastle Upon Tyne NE2 4HE, Newcastle, 1983 - 1984.
- Wignjosoebroto, S., 1991. Tata Letak Pabrik Dan Pemindahan Bahan. Surabaya: PT. Bima Ilmu Offset.
- <https://www.scribd.com/Manajemen-Galangan-Kapal> diakses pada tanggal 02 Agustus 2018



## LAMPIRAN



Fig. Bridge Node



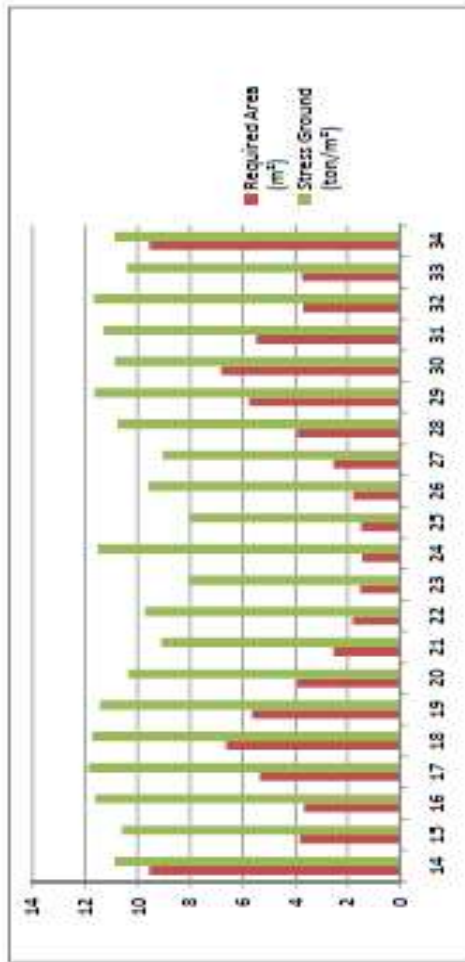
Allowable compressive stress of ground area shipyard

12 ton/m<sup>2</sup>

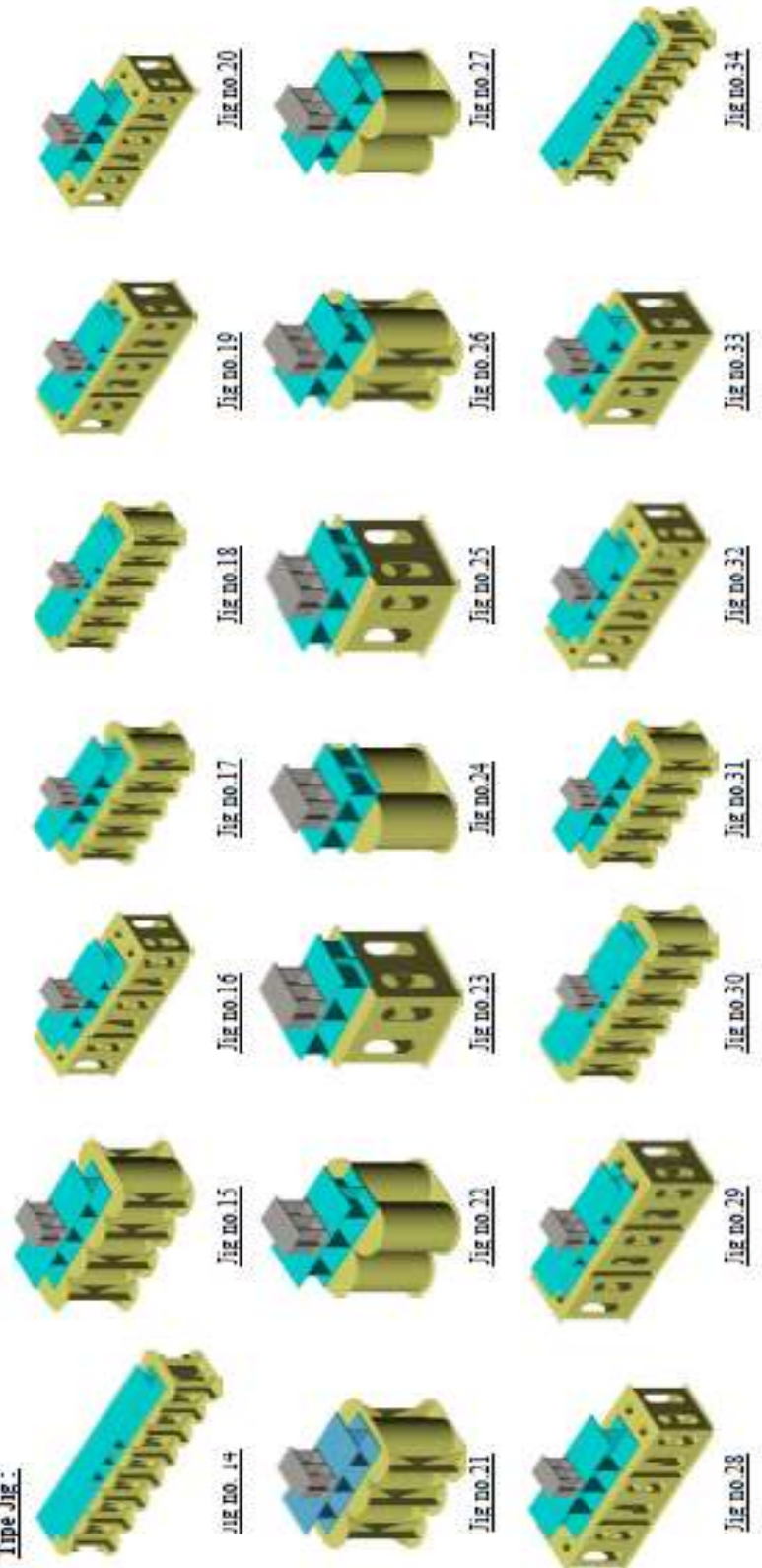
Details		NODE MARKING																					
		14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	
Support forces	kN	1122	450	432	629	780	665	459	300	214	178	169	177	211	298	461	678	803	645	434	441	1124	
	ton	114.41	45.89	44.05	64.14	79.54	67.81	46.80	30.59	21.82	18.15	17.23	18.05	21.52	30.39	47.01	69.14	81.88	65.77	44.26	44.97	114.62	
Required Area	m2	9.53	3.82	3.67	5.35	6.63	5.65	3.90	2.55	1.82	1.51	1.44	1.50	1.79	2.53	3.92	5.76	6.82	5.48	3.69	3.75	9.55	
Jig Type		3	5	6	5	1	6	3	7	2	4	2	4	3	7	2	6	1	4	6	5	3	
Jig Type Area	m2	0.75	1.08	3.80	1.08	0.75	5.94	0.75	3.36	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	3.36	0.87	5.94	0.75	1.17	3.80	1.08	0.75	
Number of Jig	pcs	12.66	3.54	0.97	4.94	8.79	0.95	5.18	0.76	2.42	2.02	1.91	2.01	2.39	0.75	4.48	0.97	9.05	4.70	0.97	3.46	12.68	
Compressive Stress of ground area	ton/m2	14	4.00	1.00	5	9.00	1	6.00	1	3	3	2	3	3	1	5	1	10	5	1	4	14	
Bridge elevation	mm	10.85	10.61	11.61	11.86	11.72	11.42	10.36	9.10	9.70	8.07	11.49	8.02	9.56	9.04	10.75	11.64	10.86	11.28	11.66	10.39	10.87	
Height of jig	mm	1350	1864	1933	1994	2047	2092	2128	2156	2176	2187	2191	2186	2192	2151	2122	2084	2038	1983	1921	1850	1350	
	mm	1.190	1.000	1.642	1.000	1.020	1.642	1.190	1.630	1.190	1.200	1.190	1.200	1.190	1.630	1.190	1.642	1.020	1.200	1.642	1.000	1.190	

Type	Bottom Area	Height	Remarks
Jig Type 1	0.75	1020	Jig Plate
Jig Type 2	0.87	1190	Jig Double Pipe
Jig Type 3	0.75	1190	Jig Single Pipe
Jig Type 4	1.17	1200	Building Box.1
Jig Type 5	1.08	1000	Building Box.1

No. trial	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
Required Area (m <sup>2</sup> )	9.53434	3.8239	3.671	5.345	6.0282	5.6509	3.9004	2.5493	1.8185	1.5126	1.4361	1.5041	1.793	2.5323	3.9174	5.7614	6.8236	5.481	3.688	3.7475	9.5513
Stress Ground (ton/m <sup>2</sup> )	10.851	10.606	11.61	11.86	11.721	11.416	10.358	9.1046	9.6986	8.0671	11.489	8.0218	9.5627	9.0439	10.747	11.639	10.86	11.278	11.662	10.394	10.87



Type Jig :





## Gambar Assembly Jembatan Baja

---



Gambar. Main Girder



Gambar. Frame



Gambar. Stringer



Gambar. Cross Girder



Gambar. Wind Bracing



Gambar. Temporary Support Pipe



Gambar. Main Girder dan Main Box



Gambar. Box



Gambar. Jig jembatan



Gambar. Jig support jembatan



Gambar. Assembly konstruksi bawah



Gambar. Assembly konstruksi atas



Gambar. Assembly box dan frame



Gambar. Konstruksi bawah jembatan



Gambar. Konstruksi atas jembatan



Gambar. Proses assembly selesai

## Proses Loadout Jembatan ke atas Barge

---



Gambar. SPMT



Gambar. Loadout jembatan



Gambar. Ballastable barge



Gambar. Ramp way



Gambar. Rampway loadout



Gambar. Loadout ke atas barge



Gambar. Loadout diatas barge

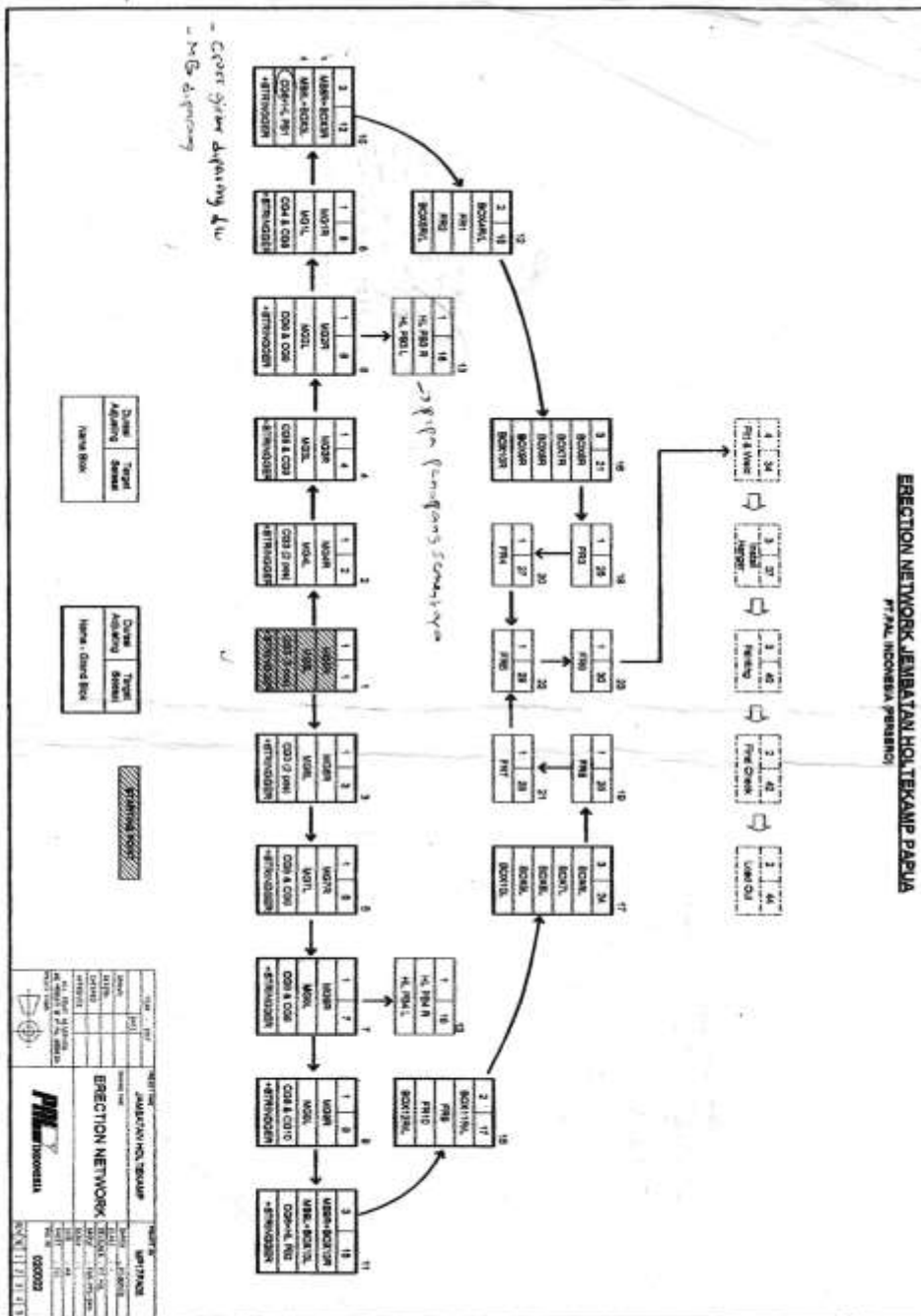


Gambar. Ballast & Deballasting



# ERECTION NETWORK JEMBATAN HOLTEKAMP PAPUA PT PML INDONESIA PERSEKUTUAN

- Cross girder alignment & lu  
- M & B alignment



		DATA KONDISI FASILITAS PRODUKSI					PERIODE :
		DIVISI KAPAL NIAGA					HALAMAN : 2 / 9
NO	KODE MESIN	NAMA MESIN	KAPASITAS	Alatkes (Peralatan)	Down Time (St. Kerja)	KONDISI Gak Proses Produksi	KETERANGAN
<b>A BENGKEL SSH</b>							
1	ST-01	10 TON CHAIN CONVEYOR	10 TON	2		X	
2	ST-02	10 TON TRAVELER & CHAIN CONVEYOR	10 TON	1		X	
3	FA-01-02	PLATE STRAIGHTENING ROLLER CONVEYOR	3000x15000x15 mm	2		X	
4	FA-03-04	SHOT BLASTING MACHINE & CONVEYOR SYSTEM	3000x15000x50 mm, 10 bdran		2	X	Pengantian sling pending
5	FA-06	10 TON MOTOR TRAVELER WITH ROLL CONVEYOR	10 TON	2		X	
<b>B BENGKEL FABRIKASI</b>							
1	FA-08	ROLLER CONVEYOR	10 TON	0.5		X	
2	FA-07	STEEL SECTION MARKING & CUTTING SLAT CONVEYOR	20 TON	0.5		X	
3	FA-08	ROLLER CONVEYOR FOR NC PLASMA CUTTING	10 TON	0.5		X	
4	FA-05-09	ROLLER & SLAT CONVEYOR FOR NC GAS CUTTING MACHINE	10 TON	0.5		X	
5	FA-08-09	ROLLER CONVEYOR FOR FLAME PLANNER	10 TON	0.5		X	
6	FA-09	SLAT CONVEYOR FOR FLAME PLANNER	10 TON	0.5		X	
7	FA-10	NC PLASMA CUTTING MACHINE	3000x15000x80 mm	4		X	Valve butterfly up mege no. 1 rusak, proses pengelasan kawat rusak
8	FA-11	NC GAS CUTTING MACHINE	3000x15000x70 mm	2		X	
9	FA-13	FLAME PLANNER	7 x 8-80 mm	2		X	
10	FA-14	NC FLAME MARKING MACHINE	3000x16000 mm			X	
11	FA-16	500 TON HYDRAULIC PRESS	50-500 TON	3		X	Seal Main Cylinder bocor, mesin masih digunakan untuk hidrotermal tcn masih proses perbaikan
12	FA-17	MOTOR TRAVELER WITH ROLL CONVEYOR	10 TON	1		X	
13	FA-18	FABRICATION SHOP FRAME BENDER	400 TON	2		X	
14	FA-19	TRSE ROLL PLATE BENDING MACHINE	1000 TON	3		X	
15	FA-190	PLATE HANDLING CARRIAGE CONVEYOR	10 TON	0.5		X	
16	FA-20	1000 TON HYDRAULIC PRESS	1000 TON	3		X	
17	FA-22	10 TON TRAVELER WITH ROLL CONVEYOR	10 TON	1		X	
18	FA-23	10 TON ROLLER	10 TON	0.5		X	
<b>SUB ASSEMBLY</b>							
1	ITEM-2	FLOOR MOUNTED	0.5 TON / M <sup>2</sup>	0.5		X	Sealow Actuator proses MOI
2	ITEM-3	MOBILE WELD GANTRY	0.5 TON / M <sup>2</sup>	2		X	
3	ITEM-4	FILLET WELDING GANTRY	0.5 TON / M <sup>2</sup>	3		X	
4	ITEM-5	ONE SIDE WELDING STATION	0.5 TON / M <sup>2</sup>	3		X	Digunakan, sedang, hidrolik dan beking ter susun kawat normal
5	ITEM-6	MOBILE STEPPER GANTRY	85 KG / M <sup>2</sup>			X	
6	ITEM-7.1	SERVICE WELDING GANTRY	0.5 TON / M <sup>2</sup>	1		X	
7	ITEM-7.2	SERVICE WELDING GANTRY	0.5 TON / M <sup>2</sup>	1		X	
8	ITEM-7.3	SERVICE WELDING GANTRY	0.5 TON / M <sup>2</sup>	1		X	
9	ITEM-7.4	SERVICE WELDING GANTRY	0.5 TON / M <sup>2</sup>	1		X	
10	ITEM-8	ROLLER CONVEYOR	10 TON	0.5		X	
11	ITEM-9.1	WELDING GANTRY	0.5 TON / M <sup>2</sup>	1		X	
12	ITEM-9.2	WELDING GANTRY	0.5 TON / M <sup>2</sup>	1		X	
13	ITEM-10	TRANSFER TROLLEY	10 TON	1		X	

		DATA KONDISI FASILITAS PRODUKSI						PERIODE :
		DIVISI KAPAL NIAGA						HALAMAN : 3 / 9
NO	KODE MESIN	NAMA MESIN	KAPASITAS	Alasan JO Perawatan	Down Time Btk Maret	KONDISI		KETERANGAN
						Btk	Proses Perbaikan	
C		BENGKEL ASSEMBLY I						
1	ITEM-10A	ROLLER CONVEYOR	10 TON	0.5		X		
2	ITEM-12	TACK WELDING STATION	0.5 TON / M <sup>2</sup>	2		X		Deflow Actuator proses M01, mesin tetap jalan
3	ITEM-13	ONE SIDE WELDING STATION	0.5 TON / M <sup>2</sup>	2		X		
4	ITEM-14	MOBILE STIFFENER GANTRY	36 KG / M <sup>2</sup>	2		X		
5	ITEM-15-1	FILLET WELDING GANTRY	0.5 TON / M <sup>2</sup>	2		X		
6	ITEM-15-2	FILLET WELDING GANTRY	0.5 TON / M <sup>2</sup>	2		X		
7	ITEM-16	MOBILE WEB GANTRY	0.5 TON / M <sup>2</sup>	2		X		
8	ITEM-17	WEB WELDING SERVICE GANTRY	0.5 TON / M <sup>2</sup>	1		X		
9	ITEM-18	WEB WELDING SERVICE GANTRY	0.5 TON / M <sup>2</sup>	1		X		
10	ITEM-19	FLOOR MOUNTED EQUIPMENT	-	0.5		X		Bearing rusak, pengisian M01 No.R3.2MD002017968, mesin tetap jalan
11	ITEM-20-1	WEB WELDING GANTRY (CBL)	0.5 TON / M <sup>2</sup>	1		X		Seling pendam rusak, proses pengisian untuk pengadaan, mesin tetap beroperasi
12	ITEM-20-2	WEB WELDING GANTRY (CBL)	0.5 TON / M <sup>2</sup>	1		X		idem
13	ITEM-21	SKD FLOOR JOG	60 TON	0.5		X		
14	ITEM-22-1	UHL TRANSPORT TRAIL ASSEMBLY	15 TON	2		X		
15	ITEM-22-2	UHL TRANSPORT TRAIL ASSEMBLY	15 TON	2	26		X	Mesin tidak pernah digunakan, mesin dalam kondisi rusak



## RENCANA PENINGKATAN KAPASITAS PRODUKSI

### HULL CONSTRUCTION

BENGKEL	AKTIVITAS	SAAT INI		TARGET PENINGKATAN	
		OUTPUT Per Bulan	INDEKS PRODUKTIVITAS	OUTPUT Per Bulan	INDEKS PRODUKTIVITAS
ISH	Blasting : Primer Run Material	1,056.0 lembar	2.62 JO / lbr	1,672.0 lembar	2.05 JO / lbr
ABRIKASI & SUB ASS.	- Fabricasi	1,018.0 ton	10.51 JO / ton	3,000.0 ton	4.20 JO / ton
	- Sub Assembly	492.8 ton	16.00 JO / ton	606.5 ton	13.00 JO / ton
ASSEMBLY MPL	Assembly : Welding	891.0 ton	14.06 JO / ton	1,262.0 ton	9.92 JO / ton
ASSEMBLY CBL	Assembly : Welding	259.0 ton	22.28 JO / ton	1,264.0 ton	19.00 JO / ton
GRAND ASSEMBLY	Loading s.d Fitting Block	48.0 joint	178.90 JO / joint	50.0 joint	171.77 JO / joint
3BS	Blasting : Painting	44,000.0 m <sup>2</sup>	0.43 JO / m <sup>2</sup>	55,000.0 m <sup>2</sup>	0.35 JO / m <sup>2</sup>
ERECTION I	Loading s.d Fitting Block	39.6 joint	192.00 JO / joint	45.0 joint	168.96 JO / joint
ERECTION II	Loading s.d Fitting Block	35.0 joint	193.01 JO / joint	40.0 joint	168.96 JO / joint
WELDING HC	Welding Block	32.2 joint	301.44 JO / joint	35.0 joint	277.50 JO / joint

### 2. OUTFITTING

BENGKEL	AKTIVITAS	SAAT INI		TARGET PENINGKATAN	
		OUTPUT Per Bulan	INDEKS PRODUKTIVITAS	OUTPUT Per Bulan	INDEKS PRODUKTIVITAS
PIPA	Fabricasi pipe + Welding	1,169.0 pcs	3.74 JO / pcs	1,700.0 pcs	3.50 JO / pcs
TPS	Fabricasi steel work + Welding	19.6 ton	465.00 JO / ton	41.4 ton	220.00 JO / ton
CARPENTER	- Fok. Furniture + Joiner	54.0 m <sup>2</sup>	44.86 JO / m <sup>2</sup>	73.5 m <sup>2</sup>	38.13 JO / m <sup>2</sup>
	- Install Room	72.0 m <sup>2</sup>	77.65 JO / m <sup>2</sup>	98.0 m <sup>2</sup>	66.00 JO / m <sup>2</sup>
PERMESINAN	Connect surface Rudder + Prop	19.9 ton	36.45 JO / ton	21.0 ton	34.63 JO / ton
	Fok. Flange	900.0 pcs	1.12 JO / pcs	1,078.0 pcs	1.06 JO / pcs
PAINTING OF	Painting onboard	6,119.5 m <sup>2</sup>	2.61 JO / m <sup>2</sup>	7,649.0 m <sup>2</sup>	2.09 JO / m <sup>2</sup>
MO	Install Equipment s.d Test	1,408.0 HP	2.40 JO / HP	1,724.0 HP	1.96 JO / HP
EO	Install s.d Test	17,019.0 meter	0.52 JO / mtr	25,285.0 meter	0.35 JO / mtr
HO	Install Steel Work + Welding	48.0 ton	55.50 JO / ton	82.0 ton	32.40 JO / ton
	- Install Pipe + Welding	232.0 pcs	11.52 JO / pcs	266.0 pcs	9.00 JO / pcs



MASTER SCHEDULE  
ASSEMBLY JEMBATAN HOLTEKAMP  
LEVEL 4

ID	Task Name	ID	Start	Finish	August 2017	September 2017	October 2017
1	Jembatan Holtekamp		1 25/08/17	20/10/17			20/10
2	CENTER SPAN		2 25/08/17	20/10/17	25/08		20/10
3	Assembly P2-P3		3 25/08/17	04/10/17	25/08		
4	Assembly MG, CG, SPACE		4 25/08/17	31/08/17	25/08		04/10
5	Install MG2L, CG9, CG8, MG2R, ST (Splice & Bolt)		5 25/08/17	26/08/17	25/08	26/08	
6	Install MG8L, CG8, CG9, MG8R, ST (Splice & Bolt)		6 26/08/17	28/08/17	26/08	28/08	
7	Install MG9L, CG8, CG10, MG9R, ST (Splice & Bolt)		7 28/08/17	29/08/17	28/08	29/08	
8	Install MG1L, CG4, CG8, MG1R, ST (Splice & Bolt)		8 29/08/17	30/08/17	29/08	30/08	
9	Setting Coordinate with Total Station		9 31/08/17	31/08/17	31/08	31/08	
10	Pre Assembly ARCH 2 & ARCH 4		10 29/08/17	30/08/17	29/08	30/08	
11	Fitting (BOX4R, BOX5R), FR1, FR2, (BOX4L, BOX5L)		11 29/08/17	30/08/17	29/08	30/08	
12	Fitting (BOX11R, BOX12R), FR9, FR10, (BOX11L, BOX12L)		12 29/08/17	30/08/17	29/08	30/08	
13	Pre Assembly ARCH 3		13 30/08/17	11/09/17	30/08	11/09	
14	Fitting (BOX6L, BOX7L), BOX8L, (BOX9L, BOX10L)		14 30/08/17	31/08/17	30/08	31/08	
15	Welding (BOX6L, BOX7L), BOX8L, (BOX9L, BOX10L)		15 02/09/17	08/09/17	02/09	08/09	
16	Fitting (BOX6R, BOX7R), BOX8R, (BOX9R, BOX10R)		16 02/09/17	04/09/17	02/09	04/09	
17	Welding (BOX6R, BOX7R), BOX8R, (BOX9R, BOX10R)		17 05/09/17	11/09/17	05/09	11/09	
18	Assembly ARCH 1		18 31/08/17	02/09/17	31/08	02/09	
19	Install (MB8L, BOX3L) to MG1L (Splice & Bolt)		19 31/08/17	02/09/17	31/08	02/09	
20	Install (MB8R, BOX3R) to MG1R (Splice & Bolt)		20 31/08/17	02/09/17	31/08	02/09	
21	Install CG6, BRACING PIPE (Splice & Bolt)		21 31/08/17	02/09/17	31/08	02/09	
22	Setting Coordinate with Total Station		22 02/09/17	02/09/17	02/09	02/09	
23	Assembly ARCH 5		23 04/09/17	06/09/17	04/09	06/09	

PT. PAL INDONESIA		MASTER SCHEDULE			
DIVISI KAPAL NIAGA		ASSEMBLY JEMBATAN HOLTEKAMP			
		LEVEL 4			
ID	Task Name	ID	Start	Finish	
24	Install (MB9, BOX13) to MG9 (Splice & Bolt)	24	04/09/17	05/09/17	
25	Install (MB9, BOX13) to MG9 (Splice & Bolt)	25	04/09/17	05/09/17	
26	Install CG6, BRACING PIPE (Splice & Bolt)	26	04/09/17	05/09/17	
27	Setting Coordinate with Total Station	27	05/09/17	05/09/17	
28	Torsi baut	28	06/09/17	06/09/17	
29	Assembly ARCH 2 to ARCH 1 (12)	29	07/09/17	14/09/17	
30	Fitting (BOX4LR, BOX5LR, FR1, FR2) to ARCH 1	30	07/09/17	08/09/17	
31	Install Arc Pipe Temporary Support	31	08/09/17	08/09/17	
32	Welding (BOX4LR, BOX5LR, FR1, FR2) to ARCH 1	32	09/09/17	13/09/17	
33	Install 4x Hanger	33	14/09/17	14/09/17	
34	Assembly ARCH 4 to ARCH 5 (15)	34	09/09/17	16/09/17	
35	Fitting (BOX11LR, BOX12LR, FR9, FR10) to ARCH 5	35	09/09/17	11/09/17	
36	Install Arc Pipe Temporary Support	36	11/09/17	11/09/17	
37	Welding (BOX11LR, BOX12LR, FR9, FR10) to ARCH 5	37	12/09/17	15/09/17	
38	Install 4x Hanger	38	16/09/17	16/09/17	
39	Assembly ARCH 3 to ARCH 2 & ARCH 4	39	14/09/17	03/10/17	
40	Fitting ARCH 3L to ARCH 2L & ARCH 4L	40	14/09/17	15/09/17	
41	Welding ARCH 3L to ARCH 2L & ARCH 4L	41	15/09/17	19/09/17	
42	Fitting ARCH 3R to ARCH 2R & ARCH 4R	42	15/09/17	18/09/17	
43	Welding ARCH 3R to ARCH 2R & ARCH 4R	43	19/09/17	21/09/17	
44	Fitting FR3, FR4, FR5, FR6, FR7, FR8	44	22/09/17	25/09/17	
45	Welding FR3, FR4, FR5, FR6, FR7, FR8	45	23/09/17	29/09/17	
46	Install 12x Hanger	46	30/09/17	03/10/17	
47	Final Painting Assembly	47	30/09/17	03/10/17	
48	Final Painting Assembly Top BOX & Touch up Welding	48	30/09/17	03/10/17	
49	Ready to Shipment IV	49	04/10/17	04/10/17	
50	Assembly P3,P4	50	05/09/17	20/10/17	
51	Assembly MG, CG, SPLICE	51	05/09/17	16/09/17	

PT. PALINDONESIA DIVISI KAPAL NIAGA		MASTER SCHEDULE ASSEMBLY RENBATAN HOLTEKAMP LEVEL 4			
ID	Task Name	ID	Start	Finish	
52	Install MG1L, CG4, CG8, MG1R (Splice & Bolt)	52	14/09/17	15/09/17	September 2017 14/09 - 15/09
53	Install MG2L, CG9, CG8, MG2R (Splice & Bolt)	53	12/09/17	13/09/17	12/09 - 13/09
54	Install MG3L, CG9, CG8, MG3R (Splice & Bolt)	54	09/09/17	11/09/17	09/09 - 11/09
55	Install MG4L, CG3, CG3, MG4R (Splice & Bolt)	55	07/09/17	08/09/17	07/09 - 08/09
56	Install MG5L, CG3, CG3, MG5R (Splice & Bolt)	56	05/09/17	06/09/17	05/09 - 06/09
57	Install MG6L, CG3, CG3, MG6R (Splice & Bolt)	57	07/09/17	08/09/17	07/09 - 08/09
58	Install MG7L, CG8, CG9, MG7R (Splice & Bolt)	58	09/09/17	11/09/17	09/09 - 11/09
59	Install MG8L, CG8, CG9, MG8R (Splice & Bolt)	59	12/09/17	13/09/17	12/09 - 13/09
60	Install MG9L, CG8, CG10, MG9R (Splice & Bolt)	60	14/09/17	15/09/17	14/09 - 15/09
61	Setting Coordinate with Total Station	61	16/09/17	16/09/17	16/09 - 16/09
62	Pre Assembly ARCH 2 & ARCH 4 (12)	62	16/09/17	18/09/17	16/09 - 18/09
63	Fitting (BOX4R, BOX5R), FR1, FR2, (BOX4L, BOX5L)	63	16/09/17	18/09/17	16/09 - 18/09
64	Fitting (BOX11R, BOX12R), FR9, FR10, (BOX11L, BOX12L)	64	16/09/17	18/09/17	16/09 - 18/09
65	Pre Assembly ARC 3 (16)	65	18/09/17	20/09/17	18/09 - 20/09
66	Fitting (BOX6L, BOX7L), BOX8L, (BOX9L, BOX10L)	66	18/09/17	19/09/17	18/09 - 19/09
67	Welding (BOX6L, BOX7L), BOX8L, (BOX9L, BOX10L)	67	20/09/17	26/09/17	20/09 - 26/09
68	Fitting (BOX6R, BOX7R), BOX8R, (BOX9R, BOX10R)	68	20/09/17	21/09/17	20/09 - 21/09
69	Welding (BOX6R, BOX7R), BOX8R, (BOX9R, BOX10R)	69	22/09/17	28/09/17	22/09 - 28/09
70	Assembly ARCH 1 (10, 6)	70	19/09/17	20/09/17	19/09 - 20/09
71	Install (M88L, BOX3L) to MG1L (Splice & Bolt)	71	19/09/17	20/09/17	19/09 - 20/09

PT. PAL INDONESIA		MASTER SCHEDULE			
DIVISI KAPAL NIAGA		ASSEMBLY REMBATAN HOLEKAMP			
		LEVEL 4			
ID	Task Name	ID	Start	Finish	August 2017
72	Install (MIBR, BOXR) to MG1R (Splice & Bolt)	72	19/09/17	20/09/17	19/09/17
73	Install CG6, BRACING PIPE (Splice & Bolt)	73	19/09/17	20/09/17	19/09/17
74	Setting Coordinate with Total Station	74	20/09/17	20/09/17	20/09/17
75	Assembly ARCH 5 (15)	75	21/09/17	22/09/17	21/09/17
76	Install (MIBR, BOX13R) to MG9R (Splice & Bolt)	76	21/09/17	22/09/17	21/09/17
77	Install (MIBR, BOX13R) to MG9R (Splice & Bolt)	77	21/09/17	22/09/17	21/09/17
78	Install CG6, BRACING PIPE (Splice & Bolt)	78	21/09/17	22/09/17	21/09/17
79	Setting Coordinate with Total Station	79	22/09/17	22/09/17	22/09/17
80	Assembly ARCH 2 to ARCH 1 (15)	80	23/09/17	24/09/17	23/09/17
81	Fitting (BOX4R, BOX5R, FR1, FR2) to ARCH 1	81	23/09/17	24/09/17	23/09/17
82	Install Arc Pipe Temporary Support	82	25/09/17	25/09/17	25/09/17
83	Welding (BOX4R, BOX5R, FR1, FR2) to ARCH 1	83	26/09/17	26/09/17	26/09/17
84	Install Arc Hanger	84	30/09/17	30/09/17	30/09/17
85	Assembly ARCH 4 to ARCH 5 (15)	85	26/09/17	27/09/17	26/09/17
86	Fitting (BOX11LR, BOX12LR, FR9, FR10) to ARCH 5	86	26/09/17	27/09/17	26/09/17
87	Install Arc Pipe Temporary Support	87	27/09/17	27/09/17	27/09/17
88	Welding (BOX11LR, BOX12LR, FR9, FR10) to ARCH 5	88	28/09/17	28/09/17	28/09/17
89	Install Arc Hanger	89	03/10/17	03/10/17	03/10/17
90	Assembly ARCH 3 to ARCH 2 & ARCH 4	90	30/09/17	19/10/17	30/09/17
91	Fitting ARCH 3L to ARCH 2L & ARCH 4L	91	30/09/17	02/10/17	30/09/17
92	Welding ARCH 3L to ARCH 2L & ARCH 4L	92	03/10/17	05/10/17	03/10/17
93	Fitting ARCH 3R to ARCH 2R & ARCH 4R	93	03/10/17	04/10/17	03/10/17
94	Welding ARCH 3R to ARCH 2R & ARCH 4R	94	05/10/17	07/10/17	05/10/17
95	Fitting FR3, FR4, FR5, FR6, FR7, FR8	95	09/10/17	11/10/17	09/10/17
96	Welding FR3, FR4, FR5, FR6, FR7, FR8	96	10/10/17	16/10/17	10/10/17
97	Install 12X Hanger	97	17/10/17	19/10/17	17/10/17
98	Final Painting Assembly	98	17/10/17	19/10/17	17/10/17



PT. PAL INDONESIA		MASTER SCHEDULE			
DIVISI KAPAL NIAGA		ASSEMBLY JEMBATAN HOLTEKAMP			
		LEVEL 4			
ID	Task Name	ID	Start	Finish	August 2017
99	Final Painting Assembly Top BOX & Touch up Welding	99	17/10/17	19/10/17	
100	Ready to Shipment IV	100	20/10/17	20/10/17	
					September 2017
					October 2017
					17/10 19/10
					20/10 20/10

## BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Kota Pahlawan (Surabaya) ,10 Juni 1987. Sejak kecil penulis dibesarkan dalam keluarga yang sederhana dan dididik untuk hidup mandiri. Beliau merupakan anak bungsu dari enam bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu di SDN Karangpilang I Surabaya, SMP Negeri 24 Surabaya dan SMA Negeri 13 Surabaya. Setelah lulus SMA tahun 2005, penulis melanjutkan studi pada Jurusan Teknik Sistem Perkapalan FTK-ITS. Penulis setelah lulus bekerja di perusahaan galangan PT. PAL Indonesia pada Divisi Standarisasi dan Jaminan Kualitas sebagai anggota QA (*Quality Assurance*) kemudian penulis berhenti dan melanjutkan studi di Departemen Teknik Perkapalan ITS pada tahun 2015, penulis mengambil bidang keahlian industri galangan kapal. Penulis selama menjalani studi pada Departemen Teknik Perkapalan ITS, penulis juga aktif mengikuti kegiatan seminar dan kegiatan alumni untuk menjalin kekerabatan. Penulis mengambil judul penelitian atau tesis dengan tema “ Analisa teknis dan ekonomis pembangunan jembatan baja pada industri galangan kapal dalam rangka diversifikasi usaha ”.